

# Bestandsaufnahme von Energiemanagementfunktionen in Automatisierungssystemen

Studie für den Zentralverband Elektrotechnik- und  
Elektronikindustrie (ZVEI)

Prof. Dr. Karl-Heinz Niemann – Hochschule Hannover

---

Hochschule Hannover  
Ricklinger Stadtweg 120  
30459 Hannover  
Projektleitung und Autor: Prof. Dr. Karl-Heinz Niemann  
Email: [Karl-Heinz.Niemann@Hs-Hannover.de](mailto:Karl-Heinz.Niemann@Hs-Hannover.de)

Stand: 16.09.2011

**Haftungsausschluss:** Die diesem Dokument zu Grunde liegenden Informationen wurden mit größtmöglicher Sorgfalt recherchiert zusammengestellt. Dennoch wird dieses ohne eine Gewährleistung zur Verfügung gestellt. Die Hochschule Hannover lehnt ausdrücklich jede Art von vertraglicher oder gesetzlicher Haftung für dieses Dokument ab. In keinem Fall ist die Hochschule Hannover für Schäden verantwortlich die durch Fehler oder fehlende Informationen in diesem Dokument entstehen könnten. Logos und Markennamen werden ohne Hinweis auf ggf. bestehende Schutzrechte verwendet.

## Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung und Zielsetzung .....	4
2.	Definitionen und Einheiten .....	7
3.	Marktübersicht Energiemanagementsysteme.....	9
3.1.	Vorgehensweise und Ziel .....	9
3.2.	Funktionen von Energiemanagementsystemen.....	9
3.2.1.	Erfassung, Verarbeitung und Speicherung der Energiedaten .....	10
3.2.2.	Visualisierung und Langzeitarchivierung der Energiedaten.....	11
3.2.3.	Bedarfsprognose und Lastmanagement.....	13
3.2.4.	Energiebeschaffung .....	14
3.2.5.	Zusammenfassung Funktionen von Energiemanagementsystemen .....	14
3.3.	Tabellarische Übersicht der Energiemanagementsysteme .....	15
3.4.	Beschreibung der Systeme .....	23
3.4.1.	ABB Automation GmbH .....	23
3.4.2.	Berg Energiekontrollsysteme GmbH.....	24
3.4.3.	Frako Kondensatoren und Anlagenbau GmbH .....	25
3.4.4.	Phoenix Contact Electronics GmbH.....	27
3.4.5.	Schneider Electric .....	28
3.4.6.	Siemens AG .....	29
3.4.7.	Yokogawa .....	32
4.	Anwenderinterviews .....	34
4.1.	Vorgehensweise .....	34
4.2.	Befragte Unternehmenskategorien .....	34
4.3.	Interviewergebnisse.....	35
4.3.1.	Verwendete Automatisierungssysteme .....	35
4.3.2.	Eingesetzte Energieträger .....	36
4.3.3.	Bereits durchgeführte Maßnahmen zur Energieeffizienz .....	37
4.3.4.	Energiemanagementsystem nach DIN EN 16001 .....	38
4.3.5.	Vorgefundene Energiemanagementlösungen.....	40
4.3.6.	Integration von Energiemanagementsystem und Automatisierungssystem.....	44
4.3.7.	Anforderungen der Anwender an Energiemanagementsysteme.....	45
4.3.8.	Unterstützung des Energiemanagements im Planungsprozess .....	46
4.4.	Unterschiede zwischen Fertigungs- und Prozessindustrie.....	47
4.5.	Zusammenfassung der Interviewergebnisse .....	48
5.	Schlussfolgerungen.....	49

6.	Literaturverzeichnis.....	51
7.	Abbildungsverzeichnis.....	55
8.	Tabellenverzeichnis.....	56
9.	Anlagen.....	57
9.1.	Anlage 1: Auswertung der Fragebögen.....	57
9.2.	Anlage 2: Fragebogen der Anwenderinterviews .....	57

## **1. Einleitung und Zielsetzung**

Diese Studie wurde von der Hochschule Hannover für den Zentralverband Elektro- und Elektronikindustrie (ZVEI) erstellt. Die folgenden Mitgliedsfirmen des ZVEI haben sich an der Finanzierung dieser Studie beteiligt:

- ABB Automation GmbH
- Emerson Process Management GmbH & Co. OHG
- Festo AG & Co. KG
- Harting Electric GmbH & Co. KG
- Lenze Automation GmbH
- Phoenix Contact Electronics GmbH
- Schneider Electric Automation GmbH
- Siemens AG
- Yokogawa Deutschland GmbH

Diese Studie soll das Thema Energiemanagement in Automatisierungssystemen betrachten. Hierbei sollen Energiemanagementsysteme betrachtet werden, die von Firmen aus dem Bereich der Automatisierungstechnik angeboten werden. Dabei soll insbesondere die Frage der Integration von Energiemanagementsystem und Automatisierungssystem betrachtet werden. Die Studie gliedert sich in drei wesentliche Teile:

- Bestandsaufnahme und Marktübersicht von Energiemanagementsystemen, insbesondere von den an der Studie beteiligten Firmen und zwei weitere Produkte als Referenz.
- Anwenderinterviews mit Anwendern aus verschiedenen Schlüsselindustrien der Prozess- und Fertigungsautomatisierung zur Evaluierung künftiger Anforderungen und Erwartungen an ein Energiemanagement insbesondere auch im Hinblick auf die Integration in Automatisierungssysteme.
- Bedeutung des Energiemanagements in der Zukunft und daraus abzuleitende Maßnahmen.

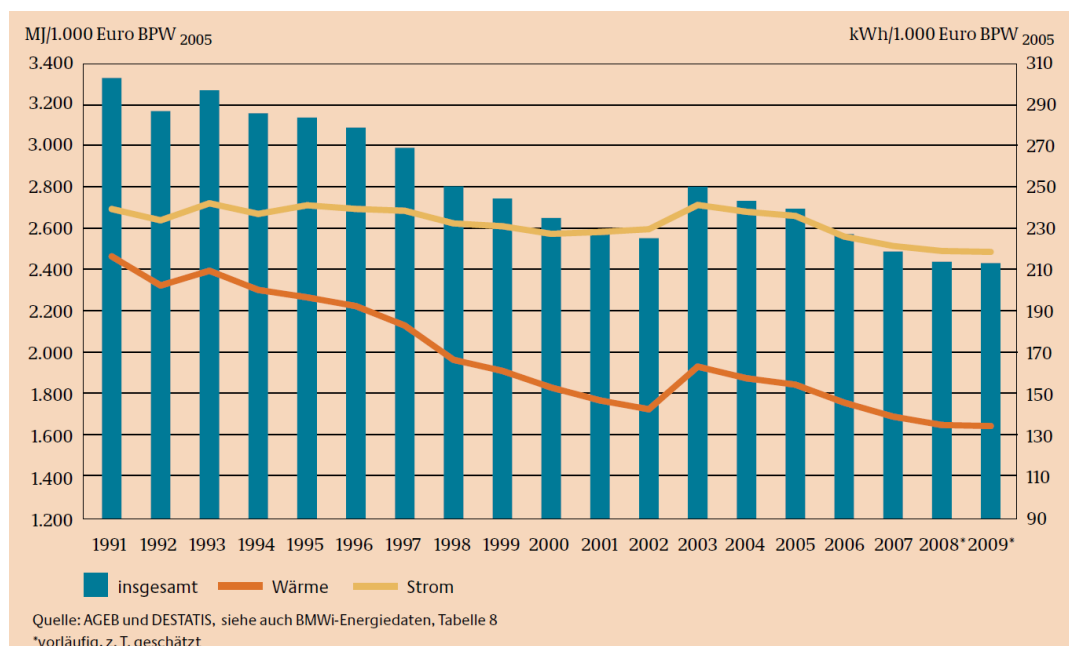
Ziel dieser Studie ist zusätzlich zu den genannten Zielen die Definition möglicher Ansatzpunkte für ein gemeinsames, firmenübergreifendes Forschungsprojekt im Bereich des Energiemanagements in Verbindung mit den Komponenten und Automatisierungssystemen der beteiligten Partnerfirmen.

Das Management des Energieverbrauchs (insbesondere der elektrischen Energie) wird als eine der Schlüsselmaßnahmen für eine nachhaltige und umweltfreundliche Energie-



versorgung angesehen. Das Sondergutachten des Sachverständigenrates für Umweltfragen sieht in einer Steigerung der Energieeffizienz und in einer Begrenzung der Nachfrage eine „kostengünstige Brückentechnologie“ für den geplanten Umstieg auf erneuerbare Energien. [1]

Definiert man als ein Effizienzkriterium den Primärenergieverbrauch je Einheit Bruttoinlandsprodukt kommt man zu einer ungefähren Aussage über den Grad der Energieeffizienz einer Volkswirtschaft. Abbildung 1 zeigt die Entwicklung der Energieeffizienz in der Industrie der Bundesrepublik Deutschland für den Zeitraum von 1991 bis 2009. Es ist zu erkennen, dass bei deutlich abnehmendem Gesamtverbrauch, der Verbrauch elektrischer Energie auf relativ hohem Niveau verbleibt.



**Abbildung 1: Entwicklung der Energieeffizienz der Industrie in Deutschland (Energieverbrauch je Einheit Bruttoninlandsprodukt (BPW) in Preisen von 2005) 1991 – 2009, MJ bzw. kWh/1.000 Euro [2]**

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie [2] sieht für die relativ geringe Abnahme des Verbrauchs elektrischer Energie die folgenden Ursachen:

- *„Viele der eingesetzten Einsparverfahren dienen der Einsparung von Brennstoff, erhöhen aber den spezifischen Stromverbrauch.“*
- *Die gestiegenen Anforderungen an den Umweltschutz sowie der anhaltende Trend zur Automatisierung und elektronischen Steuerung von Produktionsprozessen haben dazu beigetragen, dass die Stromsparpotenziale zu einem Teil durch die vermehrte Nutzung dieses Energieträgers in neuen Anwendungsgebieten kompensiert wurden.“*

Das BMWi stellt fest, dass in der Zeit von 1991 bis 2009 der spezifische Stromverbrauch der deutschen Industrie im 0,5% pro Jahr sank, während im gleichen Zeitraum die Intensität des Brennstoffeinsatzes um durchschnittlich 2.2% p. a. gesenkt werden konnte. [2]

Aus den beschriebenen Gründen befasst sich diese Studie daher insbesondere mit potentiellen Einsparungen des elektrischen Energieverbrauchs durch das Management des Energieverbrauchs. Weiterhin können durch das Management des Energieverbrauchs verstetigte Verbrauchskurven industrieller Verbraucher Sekundär-Investitionen im Bereich der Energieerzeugung und Verteilung eingespart werden.

## 2. Definitionen und Einheiten

### Energie

Energie als die Fähigkeit Arbeit zu verrichten [3]. Energie kommt in unterschiedlichen Formen vor: Zum Beispiel elektrische Energie, Lageenergie, Bewegungsenergie, thermische Energie. Das Kurzzeichen für die Energie, Arbeit oder Wärme ist  $E$ . Die SI-Einheit für Energie, Arbeit und Wärme ist Joule [J]. Es gilt die Umrechnung:

$$1\text{J} = 1\text{ W}\cdot\text{s}$$

Formel 1

Elektrische Energie wird vom Versorger in der Regel in der Einheit Kilowattstunde oder Megawattstunde berechnet. Es gilt die Umrechnung:

$$1\text{kWh} = 1.000 \cdot 3.600\text{ Ws} = 3.600.000\text{ Ws}$$

Formel 2

Beim Bezug von Energie wird dem industriellen Abnehmer in der Regel ein Preis pro kWh berechnet. Dieser kann fix, aber auch variabel vereinbart werden. Dies ist der so genannte Arbeitspreis. Zusätzlich wird dem Abnehmer in der Regel noch zusätzlich ein Leistungspreis berechnet, der sich aus der benötigten Spitzenleistung des Abnehmers bestimmt.

### Energiedaten

Mit diesem Begriff werden in diesem Dokument alle Daten bezeichnet, die mit dem technischen Energiemanagement im weitesten Sinne zu tun haben. Das können zum einen Daten über den Energieverbrauch eines Aggregates, aber auch andere relevante Daten wie Leistung, Spannung, Strom,  $\cos \varphi$  sein. Zusätzlich können diese Daten sich aber auch auf andere Energieträger wie Druckluft oder Dampf beziehen.

### Energieeffizienz

Pehnt [4] definiert den Begriff der Energieeffizienz als Reduktion des Energieeinsatzes zur Deckung des Bedarfs. Er unterscheidet dabei zusätzlich noch die Begriffe Effizienz und Effektivität. Müller [3] definiert den Begriff Energieeffizienz als den Quotienten aus Nutzen und Einsatz. Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz können im industriellen Bereich z. B. sein: Isolierung von Apparaturen zur Reduktion von Wärmeverlusten, Einsatz von Antrieben mit höherem Wirkungsgrad, Einsatz von Beleuchtungskörpern mit höherem Wirkungsgrad, Wärmerückgewinnung, Kraft-/ Wärme-Kopplung, Abwärmenutzung, Beseitigung von Leckagen in Druckluftsystemen.



### **Energiemanagementsystem (organisatorisch)**

Die DIN EN 16001 [5] definiert ein Energiemanagementsystem wie folgt:

*„Gesamtheit von miteinander zusammenhängenden oder in Wechselwirkung zueinander stehenden Elementen einer Organisation zur Erstellung einer Energiepolitik sowie strategischer Ziele und zur Erreichung dieser Ziele.“*

Es ist zu beachten, dass dieser Begriff sich in der Definition der DIN EN 16001 im Wesentlichen auf die Organisation in einem Betrieb bezieht und nicht auf eine Hard- und/oder Software zur Überwachung und Steuerung des Energieverbrauchs.

### **Energiemanagementsystem (technisch)**

Zur Abgrenzung zwischen dem organisatorischen und technischen Begriff wird in dieser Studie für die Hard- und Software der Begriff „technisches Energiemanagementsystem“ eingeführt, sofern Bezug auf eine technische Einrichtung genommen wird und nicht auf die organisatorischen Maßnahmen. Ein technisches Energiemanagementsystem ist eine Vorrichtung zur Erfassung, Dokumentation, Darstellung und Beeinflussung von Energieverbräuchen. Im weiteren Verlauf wird der alleinstehende Begriff „Energiemanagementsystem“ im Sinne des technischen Energiemanagementsystems verwendet.

### **Energieverbrauch**

Auch wenn Energie im technischen Sinne nicht „verbraucht“ sondern umgewandelt wird, wird dieser Begriff vielfach verwendet. Damit wird eine Definition der DIN EN 16001 [5] übernommen, welche den gleichen Begriff verwendet, auch wenn Sie technisch nicht korrekt ist.

### **Leistung**

Die Leistung ist definiert als Arbeit pro Zeiteinheit. Das Formelzeichen ist  $P$ . Die SI-Einheit für die Leistung ist Watt [W]. Es gilt:

$$1 \text{ W} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ s}}$$

### **3. Marktübersicht Energiemanagementsysteme**

#### **3.1. Vorgehensweise und Ziel**

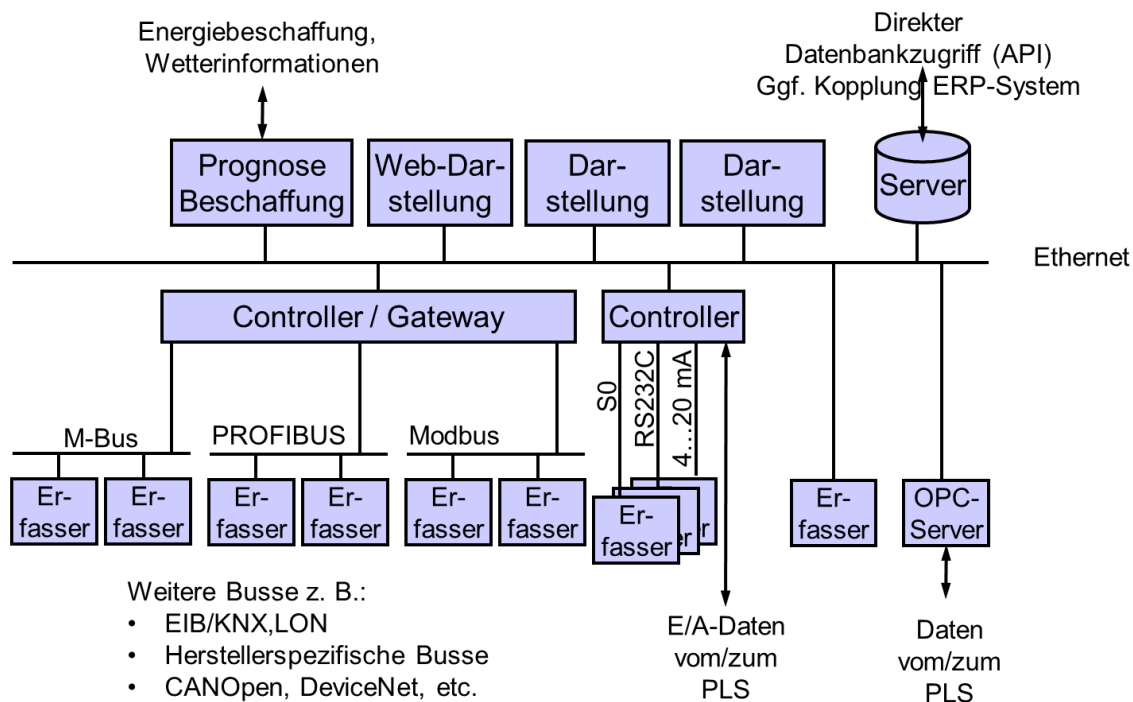
Dieses Kapitel stellt die Energiemanagementsysteme der am Projekt beteiligten Firmen einander gegenüber, sofern das beteiligte Unternehmen ein solches anbietet. Zusätzlich wurden noch zwei Energiemanagementsysteme von externen Firmen mit den Vergleich aufgenommen. Eine vollständige Übersicht über alle am Markt verfügbaren Systeme ist wegen der großen Anzahl nicht möglich. Eine Marktübersicht der Energieagentur NRW und der perpendo GmbH [6] nennt z. B. schon 27 Systeme für das Energiemanagement in der Industrie und in Gebäuden. Ziel der Studie ist es, zu einer möglichst guten Vergleichbarkeit der Funktionen zu gelangen. Aus diesem Grund beschränkt sich der Vergleich auf wesentliche Kernfunktionen der jeweiligen Systeme an denen eine Abstufung der verschiedenen Systeme herausgearbeitet werden kann.

Im folgenden Kapitel werden zunächst die Funktion eines Energiemanagementsystems und seine Bestandteile beschrieben. Danach werden die zu vergleichenden Systeme in tabellarischer Form einander gegenübergestellt. In Kapitel 3.4 folgt dann eine Beschreibung der jeweiligen Systeme unter Nennung der verwendeten Quellen. Bietet ein Hersteller mehrere Systeme an, wird das leistungsstärkste System in den Vergleich einbezogen. Eine Ausnahme findet sich in Kapitel 3.4.6, da die Firma Siemens zwei grundlegend verschiedene Systemklassen anbietet.

#### **3.2. Funktionen von Energiemanagementsystemen**

Das folgende Kapitel beschreibt die Funktionen eines Energiemanagementsystems in einer herstellernerutralen Form. Die betrachteten Systeme lassen sich alle weitestgehend auf diese generische Struktur abbilden.

Abbildung 2 zeigt die grundlegende Struktur des generischen Energiemanagementsystems. In den folgenden Kapiteln werden die Komponenten weiter erläutert.



### Abbildung 2: Struktur eines Energiemanagementsystems

### 3.2.1. Erfassung, Verarbeitung und Speicherung der Energiedaten

Am unteren Rand von Abbildung 2 sind zunächst die Erfasser dargestellt. Diese Geräte können in der Regel Energiedaten für die wesentlichen Energieformen eigenständig erfassen, speichern und weiterleiten. Neben Energiedaten können häufig auch Momentanwerte für Leistung, Spannung, Strom,  $\cos \varphi$ , etc. erfasst werden. Die Anbindung der Erfasser ist über verschiedene Kommunikationswege möglich. Hierzu zählen sowohl Bussysteme als auch Punkt-zu-Punkt Verbindungen. Beispielhaft können die folgenden Anschluss Technologien genannt werden:

- Feldbusse
- Ethernet
- Herstellerspezifische Busse zur Erfassung von E/A-Daten in Energiemanagementsystemen
- Serielle Schnittstellen
- Konventionelle Schnittstellen 4...20 mA
- Impulseingänge (S0-Impuls)

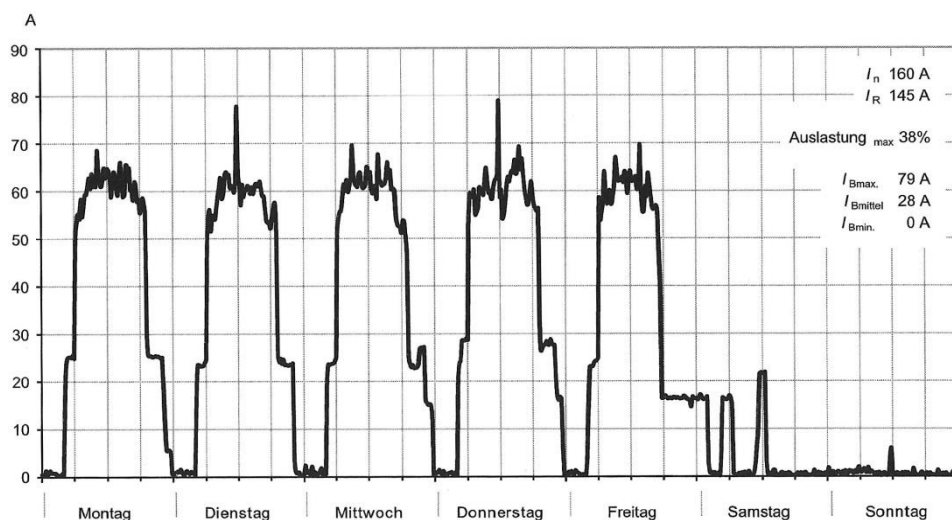
Die von den Erfassern bereitgestellten Energiedaten werden von Verarbeitungseinheiten (in Abbildung 2 mit Controller / Gateway bezeichnet) gesammelt und weiterverarbeitet. Hierzu kommen sowohl konventionelle speicherprogrammierbare Steuerungen als auch spezielle Erfasserbaugruppen zum Einsatz. Darüber hinaus besteht bei einigen Systemen zudem die Möglichkeit Daten aus Prozessleitsystemen, z. B. über einen OPC-

Server, in das EMS zu importieren. Die erfassten Daten werden in der Regel für eine weitere Auswertung in einer Datenbank gespeichert. Weitere Informationen zur Datenerfassung siehe auch Müller [3].

### 3.2.2. Visualisierung und Langzeitarchivierung der Energiedaten

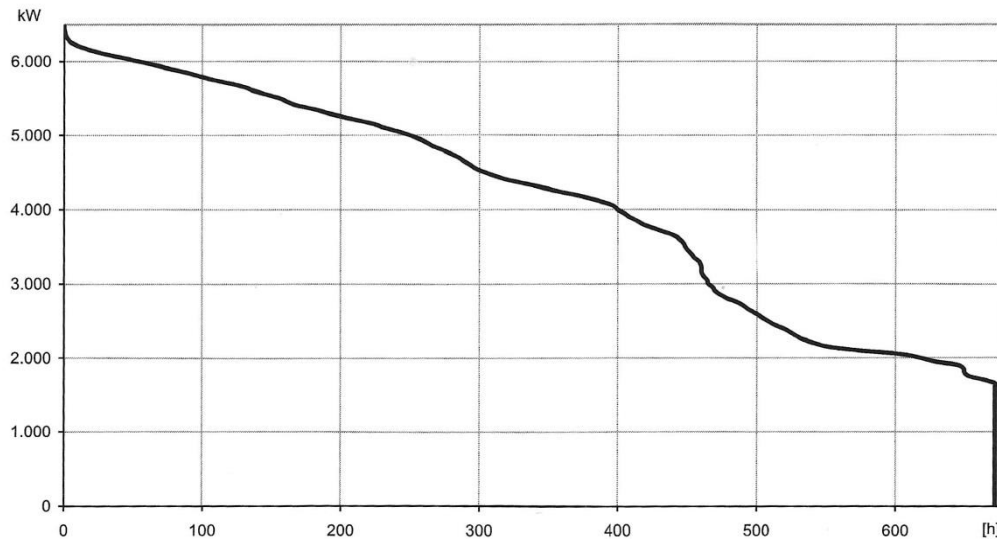
Basierend auf den erfassten Verbrauchsdaten erfolgt eine Visualisierung der Informationen. Hierzu kommen häufig spezielle Visualisierungsoberflächen für das Energiemanagementsystem zum Einsatz. Teilweise werden auch die Visualisierungsoberflächen vorhandener Automatisierungssysteme genutzt. Typische Darstellungen auf der Visualisierungsoberfläche sind:

- Ganglinien (10 s, 15 min, Stunde, Schicht, Tag, Woche, Monat, Jahr)
  - Strom, Spannung,  $\cos \varphi$ , Qualität der Spannungsversorgung (Oberwellen)
  - Arbeit/Energie
  - Leistung
  - Andere Medien (Wärme, Kälte, Druckluft, etc.)
- Häufigkeitsverteilung (Jahresscheibe)
- Faceplates (Bedienanzeigen mit typischen Werten des Verbrauchers)



**Abbildung 3: Stromganglinie eines elektrischen Verbrauchers [7]**

Abbildung 3 zeigt exemplarisch die Wochen-Stromganglinie eines elektrischen Verbrauchers. Es ist der zeitliche Verlauf der Messgröße über dem Zeitraum von einer Woche dokumentiert.



**Abbildung 4: Häufigkeitsverteilung der Leistung eines elektrischen Verbrauchers für einen Monat [7]**

Abbildung 4 zeigt die Häufigkeitsverteilung der Leistung eines elektrischen Verbrauchers. Aus dieser Darstellung ist zu entnehmen über welchen Zeitraum welche Leistung benötigt wird. Aus Abbildung 4 könnte z. B. abgelesen werden, dass für den betrachteten Monat die aufgenommene Leistung des Verbrauchers für 100 Stunden über 5.800 kW lag.

Neben der Darstellung zeitlicher Verläufe ist die Aufbereitung, Informationsverdichtung und langfristige Archivierung eine wesentliche Funktion von Energiemanagementsystemen. Weiter Funktionen sind:

- Überwachung von Verbrauchern und Erzeugen von Alarmen bei Überschreiten oder Unterschreiten bestimmter Grenzwerte
- Darstellung der Alarme in Alarmlisten
- Berechnung von Kennzahlen (Key Performance Indicators)
- Generierung von Ampeldarstellungen (rot, gelb, grün)
- Bildung von Bilanzkreisen zur strukturierten Erfassung und Dokumentation von Verbräuchen über Anlagenteile oder Hallen
- Erzeugung von Berichten
- Kostenstellenzuordnungen
- Langzeitarchivierung der erfassten Daten

### **3.2.3. Bedarfsprognose und Lastmanagement**

Neben der Erfassung und Darstellung energierelevanter Informationen wird ein technisches Energiemanagementsystem auch dazu verwendet den Energieverbrauch zu prognostizieren und zu beeinflussen. Die Beeinflussung des Energieverbrauchs wird häufig angestrebt, da der Leistungspreisanteil im Energiepreis von der Höhe von Leistungsspitzen abhängig ist. In der Regel werden für die Ermittlung des Leistungspreises 15-Minuten-Mittelwerte gebildet und das Intervall mit dem größten Wert als Basis für die Berechnung herangezogen.

Um diesen leistungsabhängigen Kostenanteil zu reduzieren wird die Kappung von Leistungsspitzen über das Energiemanagement angestrebt. Die hierzu erforderlichen Funktionen sind in der Hauptsache:

- Prognose der Spitzenlast, insbesondere der 15 min Mittelwertmaxima. Hierzu kann es ggf. auch erforderlich sein, externe Informationen, wie z. B. Wetterdaten, in die Prognose mit einzubeziehen
- Spitzenlastabsenkung durch Abschalten von Verbrauchern, sofern prozesstechnisch möglich
- Datenaustausch mit dem Automatisierungssystem in Bezug auf Systemzustand um zu ermitteln welche Verbraucher abschaltbar sind
- Datenaustausch mit Automatisierungssystem um Abschaltinformation an Verbraucher zu geben

Die Beeinflussung von Verbrauchern erfordert in der Regel eine Kopplung des Energiemanagementsystems mit dem Automatisierungssystem. Diese Kopplung kann sowohl über einen einfachen Signalaustausch (z. B. binäre oder analoge E/A-Signale) als auch über eine datentechnische Kopplung (z. B. OPC-Server) realisiert werden. Hierzu sind am Automatisierungssystem Änderungen der Anwenderkonfiguration erforderlich um die zusätzlichen Informationen bereitzustellen (welche Verbraucher lassen sich momentan abschalten) und entgegenzunehmen (welche Verbraucher sollen abgeschaltet werden). Obwohl Energiemanagementsysteme in der Regel unabhängig vom Automatisierungssystem geplant und betrieben werden kann hier in einem zunehmenden Maße eine engere Kopplung erforderlich werden, sofern das EMS die Fähigkeit zur Beeinflussung des Energieverbrauchs der Anlage haben soll.

Bussysteme wie PROFINET [8] oder Sercos [9] erlauben das das Ein- und Ausschalten von Verbrauchern und zusätzlich die Erfassung von Energiedaten über das Bussystem und die im Verbraucher integrierte Funktionalität. Auch hier stehen nun energierelevante Informationen im Automatisierungssystem zur Verfügung, die entweder dort verarbeitet oder an das technische Energiemanagementsystem weitergeleitet werden müssen.



### **3.2.4. Energiebeschaffung**

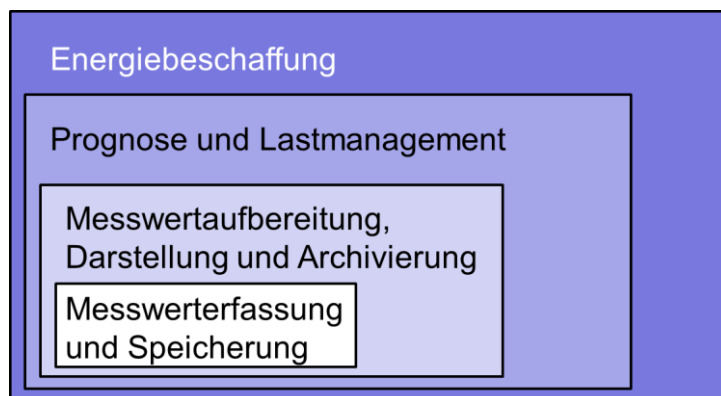
Die Nutzung des Energiemanagementsystems für die möglichst kostengünstige Beschaffung von Energie wird künftig an Bedeutung gewinnen. Das Energiewirtschaftsgesetz fordert schon heute in §40 (3):

*„Energieversorgungsunternehmen haben, soweit technisch machbar und wirtschaftlich zumutbar, spätestens bis zum 30. Dezember 2010 für Letztverbraucher von Elektrizität einen Tarif anzubieten, der einen Anreiz zu Energieeinsparung oder Steuerung des Energieverbrauchs setzt. Tarife [...] sind insbesondere lastvariable oder tageszeitabhängige Tarife“. [10]*

Die Ausstattung eines Energiemanagementsystems mit Schnittstellen zur Energiebeschaffung in Echtzeit ergänzt demzufolge die Funktionalität eines EMS.

### **3.2.5. Zusammenfassung Funktionen von Energiemanagementsystemen**

Die in den Kapiteln 3.2.1 bis 3.2.4 beschriebenen Funktionen sind in Abbildung 5 als hierarchische Struktur dargestellt. Die Zeichnung kann so interpretiert werden, dass zur Grundfunktionalität der Messwerterfassung und Speicherung schichtweise zusätzliche Funktionalitäten ergänzt werden können.



**Abbildung 5: Funktionen eines Energiemanagementsystems**

Diese hierarchische Struktur wird auch in der folgenden vergleichenden Systemübersicht aufgegriffen und die Systeme werden nach diesen Funktionsklassen gegliedert miteinander verglichen.

### 3.3. Tabellarische Übersicht der Energiemanagementsysteme

**Tabelle 1: Übersicht Energiemanagementsysteme Teil 1**

Hersteller in alphabetischer Reihenfolge	ABB Automation GmbH	Berg Energiekontrollsysteme GmbH	Frako Kondensatoren und Anlagenbau GmbH	Phoenix Contact Electronics GmbH
<b>Produktbezeichnung</b>	<b>Energy Manager</b>	<b>ENerGO +</b> (Ausführung Complete mit Add Ons.) in Verbindung mit unterlagertem Lastmanagementsystem BHS	<b>Energieinformationssystem mit Netzwerktechnologie</b>	<b>Energy ML</b>
Produktbeschreibung	Energie Controlling und Management	Webbasierte Energiemanagementlösung	Energieinformationssystem mit Netzwerktechnologie	Erfassungssystem für Energiedaten
Referenzierte Dokumente	<u><a href="#">ABB-CPM-Energy Manager-Produkt+Leistungsbeschreibung.pdf</a></u>	<u><a href="http://www.berg.goerlitz.com/produkte/systemtechnik/energiemanagement/energo/uebersicht.html">http://www.berg.goerlitz.com/produkte/systemtechnik/energiemanagement/energo/uebersicht.html</a></u>	<u><a href="http://www.frako.de/Energie-Information-Energie-Management-system.html">http://www.frako.de/Energie-Information-Energie-Management-system.html</a></u>	<u><a href="#">Knafla_Energiedatenerfassung in der industri.pdf</a></u>
Referenzierte Dokumente	<u><a href="#">ABB ATG -EMO StEn- Jan 2011 Fox.pdf</a></u>			
Referenzierte Dokumente				

Hersteller in alphabetischer Reihenfolge	ABB Automation GmbH	Berg Energiekontrollsysteme GmbH	Frako Kondensatoren und Anlagenbau GmbH	Phoenix Contact Electronics GmbH
Kommentar				
<b>Messdatenerfassung</b>				
Hardwareschnittstellen	Modbus, M-Bus, Programmierbare Erfassungseinheit AC500 mit binären und analogen Ein-/Ausgängen und Busanbindungen zu Modbus, M-Bus, Ethernet, PROFIBUS, ARCNET, CanOpen, DeviceNet	Erfassungsmodule mit direktem Anschluss an Modbus, EIB, LON, M-Bus, PROFIBUS DP, LAN-Ethernet zum Anschluss unterlagerter Impulszähler. Stromzähler mit direktem . Anschluss an die o.g. Bussysteme. Datenimport aus Leitsystemen von Siemens, JCI, Honeywell, Priva, Sauter, Kieback & Peter. Datenimport von Datenloggern von Wago, Siemens S7, Echelon ILON 100, Berg Facinet, Görlitz Skalar/ENC, Berg BHS/BZEM, GMC U16xx, Relay M-Bus DRxx, Frako u.v.m.	Erfassungsmodule mit direktem Anschluss an FRAKO-Starkstrombus, Jean Müller Bus, EIB/KNX, M-Bus, Modbus, RS 232, Ethernet TCP/IP. Gateways zur Umsetzung auf Ethernet TCP/IP, Modbus over IP.	Programmierbare Erfassungseinheit Energy ML mit Schnittstellen zu Modbus, M-Bus, SO-Schnittstelle, analoge und binäre Signale, serielle Schnittstelle, Ethernet. Zusätzlich verschiedene Energiemessgeräte.

Hersteller in alphabetischer Reihenfolge	ABB Automation GmbH	Berg Energiekontrollsysteme GmbH	Frako Kondensatoren und Anlagenbau GmbH	Phoenix Contact Electronics GmbH
Softwareschnittstellen	SQL Interface, kundenspezifische Datenbank Links, Application Programming Interface (API), OPC	OPC, ODBC, Datei, FTP, Oracle, SQL-Server, MySQL, ACCESS	OPC	SQL-Interface
Leistungserfassung und Archivierung	•	•	•	•
Energieerfassung und Archivierung	•	•	•	•
<b>Darstellung</b>				
Visualisierungsoberfläche	eigene Oberfläche	Webbasierte Oberfläche mit unterlagertem Server	eigene Oberfläche	Bereitstellung der Daten in Datenbank. Weitere Verarbeitung zur Zeit über kundenspezifische Applikation
Gangkurven	•	•	•	
Trendkurven	•	•	•	
Faceplates	•	•	•	
Mittelwertbildung	•	•	•	
anwenderformatierbare Darstellungen	•	•	• (mit Modul Emis-Report)	
Exportfunktion (z. B. zu Excel)	•	•	•	
Archivierung	•	•	•	
Chargenbezogene Verbrauchserfassung				

Hersteller in alphabetischer Reihenfolge	ABB Automation GmbH	Berg Energiekontrollsysteme GmbH	Frako Kondensatoren und Anlagenbau GmbH	Phoenix Contact Electronics GmbH
Alarmierung	•	•	•	
<b>Lastmanagement</b>				
Überwachung von Leistungslimits	•	•	•	
Abschaltung von Verbrauchern	•	•	•	
<b>Energieplanung und Beschaffung</b>				
Energieprognose	•			
Energiefahrplan	•			
Szenarienbetrachtung	•			
Abrechnung	•	•	•	
Anbindung externer Systeme (ERP, Facility Management)	•	•		
Berechnung von KPIs	•	•	•	
Funktion zur Energiebeschaffung	•			

**Tabelle 2: Übersicht Energiemanagementsysteme Teil 2**

Hersteller in alphabetischer Reihenfolge	SIEMENS AG	SIEMENS AG (2)	Schneider Electric	Yokogawa
Produktbezeichnung	SIMATIC powerrate	b.data Energiemanagement	Power Logic ION EEM	Exaquantum
Produktbeschreibung	Intelligentes Energiemanagement für SIMATIC WinCC und SIMATIC PCS 7	Lösungskonzept für optimierte und wirtschaftliche Energiebetriebsführung	enterprise energy management solutions for industrial facilities	Plant Information Management System
Referenzierte Dokumente	<a href="#">EM DE E20001-A580-P810.pdf</a>	<a href="#">B.Data brochure DE.pdf</a>	<a href="#">3000BR0704.pdf</a>	<a href="http://www.yokogawa.com/eu/pims/Exaquantum/eu-exaquantum_pims.htm">http://www.yokogawa.com/eu/pims/Exaquantum/eu-exaquantum_pims.htm</a>
Referenzierte Dokumente		<a href="https://www.cee.siemens.com/web/at/de/industry/ia_dt/produkte-loesungen/branchenloesungen/bdata-energiemanagement/vorteileundfeatures/Pages/Default.aspx">https://www.cee.siemens.com/web/at/de/industry/ia_dt/produkte-loesungen/branchenloesungen/bdata-energiemanagement/vorteileundfeatures/Pages/Default.aspx</a>	<a href="#">3000HO0603R1108 IONDemand.pdf</a>	
Referenzierte Dokumente			<a href="#">PL product range overview 3000BR602R109.pdf</a>	



Hersteller in alphabetischer Reihenfolge	SIEMENS AG	SIEMENS AG (2)	Schneider Electric	Yokogawa
Kommentar				Plant Information Management System (PIMS) für Prozessleitsystem Centum VP. Kein spezielles Energiemanagementsystem. Zusätzliche Komponenten Enerize E3 Factory Energy Management System
<b>Messdatenerfassung</b>				
Hardwareschnittstellen	Erfassung über Automatisierungssystem und über Multifunktionsgeräte SENTRON PAC angebunden über PROFIBUS DP	Erfassung über Automatisierungssystem und direkte Schnittstellen zu SICAM230, SIMATIC PCS7, SIMATIC WinCC powerline, Multifunktionsmessgeräte SENTRON PAC3200/PAC4200	Erfassungsgeräte der Serien IONxxxx, CMxxxx, PMxxxx. Ethernet, Ethernet to Serial Gateway, Telephone Modem, Modem to Serial Gateway, RS485, RS232, Infrared, Modbus	Energiedaten werden im Prozessleitsystem oder über OPC-Server erfasst

Hersteller in alphabetischer Reihenfolge	SIEMENS AG	SIEMENS AG (2)	Schneider Electric	Yokogawa
Softwareschnittstellen	Integriert in SIMATIC S7, PCS 7	OPC, ODBC, ASCII, XML, Integration in WinCC,	Einbindung externer Datenquellen (Datenbanken, Excel, Web) über Integration Module	OPC; ODBC, OLE, API
Leistungserfassung und Archivierung	•	•	•	•
Energieerfassung und Archivierung	•	•	•	•
<b>Darstellung</b>				
Visualisierungsoberfläche	über WinCC, PCS 7	eigene Oberfläche	eigene Oberfläche	eigene Oberfläche
Gangkurven	•	•	•	•
Trendkurven	•	•	•	•
Faceplates	•	•	•	•
Mittelwertbildung	•	•	•	•
anwenderformatierbare Darstellungen	•	•	•	•
Exportfunktion (z. B. zu Excel)	•	•	•	•
Archivierung	•	•	•	•
Chargenbezogene Verbrauchserfassung	•	•	•	•

Hersteller in alphabetischer Reihenfolge	SIEMENS AG	SIEMENS AG (2)	Schneider Electric	Yokogawa
Alarmierung	•	•	•	•
<b>Lastmanagement</b>				
Überwachung von Leistungslimits	•	•	•	
Abschaltung von Verbrauchern	•	•	•	
<b>Energieplanung und Beschaffung</b>				
Energieprognose		•	•	
Energiefahrplan		•	•	
Szenarienbetrachtung		•	•	
Abrechnung		•	•	
Anbindung externer Systeme (ERP, Facility Management)		•	•	
Berechnung von KPIs		•	•	
Funktion zur Energiebeschaffung		•	•	

### 3.4. Beschreibung der Systeme

In den folgenden Kapiteln werden die Systeme kurz beschrieben. Darüber hinaus werden die referenzierten Informationsquellen angegeben. Die Systeme werden im Folgenden in alphabetischer Reihenfolge beschrieben. Neben den Energiemanagementsystemen der Projektpartner wurden noch zwei weitere Systeme in den Vergleich aufgenommen, deren Hersteller keine Komponenten oder Systeme für die Automatisierungstechnik herstellen. Hierdurch soll gezeigt werden, wie Firmen außerhalb der Automatisierungstechnik ihre Produkte konzipieren.

Ein Vergleich weiterer Systeme findet sich in der Markübersicht der Energieagentur NRW und der perpendo GmbH [6]. Hier werden neben Energiemanagementsystemen für industrielle Anwendungen auch Energiemanagementsysteme für Gebäude betrachtet.

#### 3.4.1. ABB Automation GmbH

Die Informationen zum dem ABB Energiemanagementsystem wurden einer Produkt- und Leistungsbeschreibung [11] sowie einem Präsentationsfoliensatz [12] entnommen. Darüber hinaus wurde von der ABB Automation GmbH noch eine Referenzliste [13] zur Verfügung gestellt.

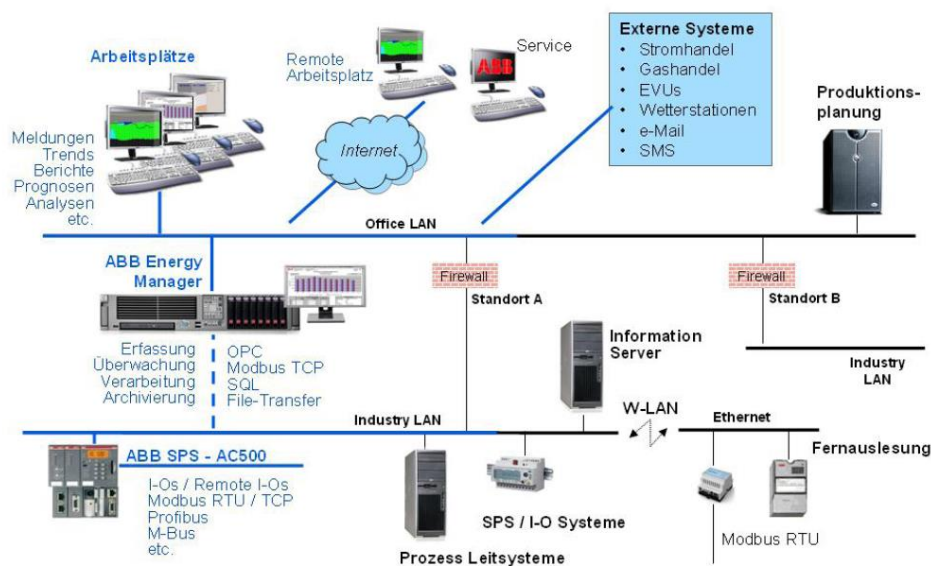
Modul / Teilfunktionen	
Basic	RTDB-Datenbank
	Datenschnittstelle
	Kalkulationen
	Display & Berichtswesen
	Alarmmanagement
	Energieprognose
	Spitzenlastüberwachung
	Lastabwurf
XL	Energieeinkauf / Bilanzkreise
	What-If-Simulation
XXL	Verbrauchsoptimierung
	Handelsoptimierung

**Abbildung 6: Skalierbarkeit des Funktionsumfangs des ABB Energiemanagementsystems [11]**

Abbildung 6 zeigt die Skalierbarkeit des Funktionsumfangs des ABB-Systems. Ähnlich der Klassifikation in Kapitel 3 kann das System in verschiedenen Leistungsstufen betrieben werden.

Abbildung 7 zeigt die Systemstruktur des ABB Systems. Die Energiedaten können über eine ABB-SPS vom Typ AC 500 erfasst werden. Hier stehen unterhalb der SPS verschiedene Bussysteme und direkte Anbindungen sowie Remote I/O-Baugruppen zur Verfügung. Darüber hinaus können Verbrauchsdaten aus den Prozessleitsystemen übernommen werden.

Der ABB Energy Manager fungiert als Datenserver für die Erfassung, Überwachung, Verarbeitung und Archivierung der Verbrauchsdaten. Die Darstellung der Daten erfolgt über Arbeitsplätze oder auch remote über Web-Interface. Eine Anbindung an externe Systeme ergänzt das Produkt [12].

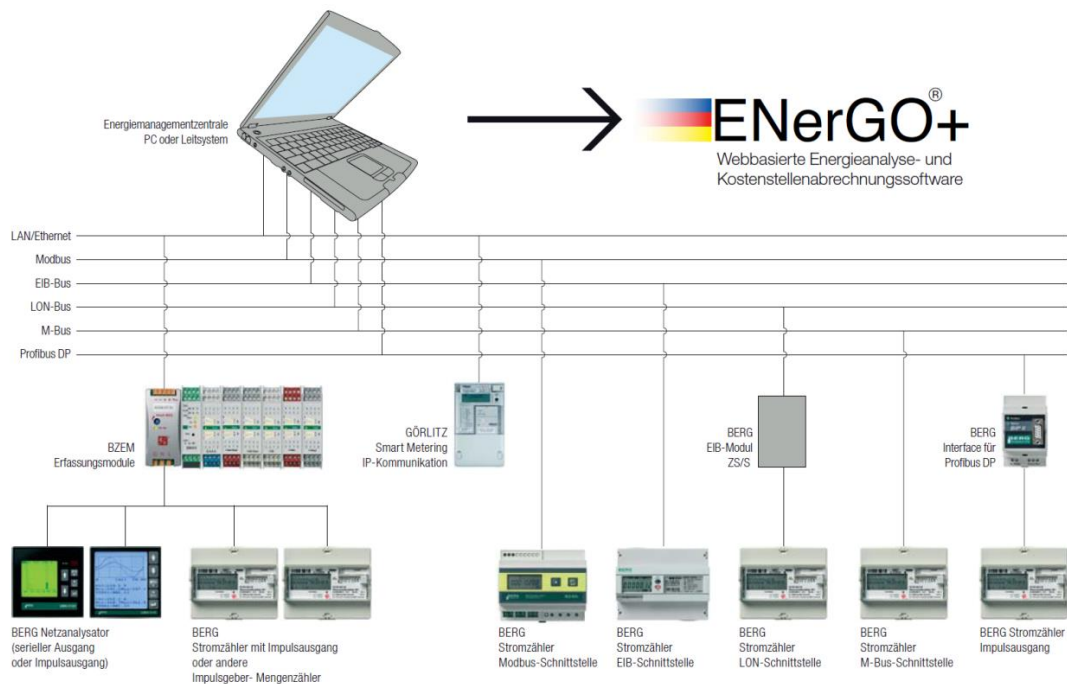


**Abbildung 7: Systemstruktur des ABB Energiemanagementsystems [12]**

### 3.4.2. Berg Energiekontrollsysteme GmbH

Die Firma Berg befasst sich seit 1980 im Schwerpunkt mit der Energiebezugsoptimierung und bietet bereits seit den 80er-Jahren Lastspitzen-Optimierungssysteme an. Seit dem Jahr 2001 ist die Berg GmbH ein Tochterunternehmen der Görlitz AG [14]. Im Juli 2011 hat die Firma IDS wiederum die Mehrheitsanteile an der Görlitz AG übernommen [15].

Neben dem Energie Monitoring- und Kontrollsystem BHS [16] bietet die Firma Berg ein umfassendes Portfolio an Messgeräten zur Verbrauchserfassung und zur Netzanalyse an [17]. Dieses Unternehmen wurde in den Vergleich aufgenommen um das Angebot eines Anbieters aufzunehmen der sich im Wesentlichen mit dem Thema Energiemanagement befasst.



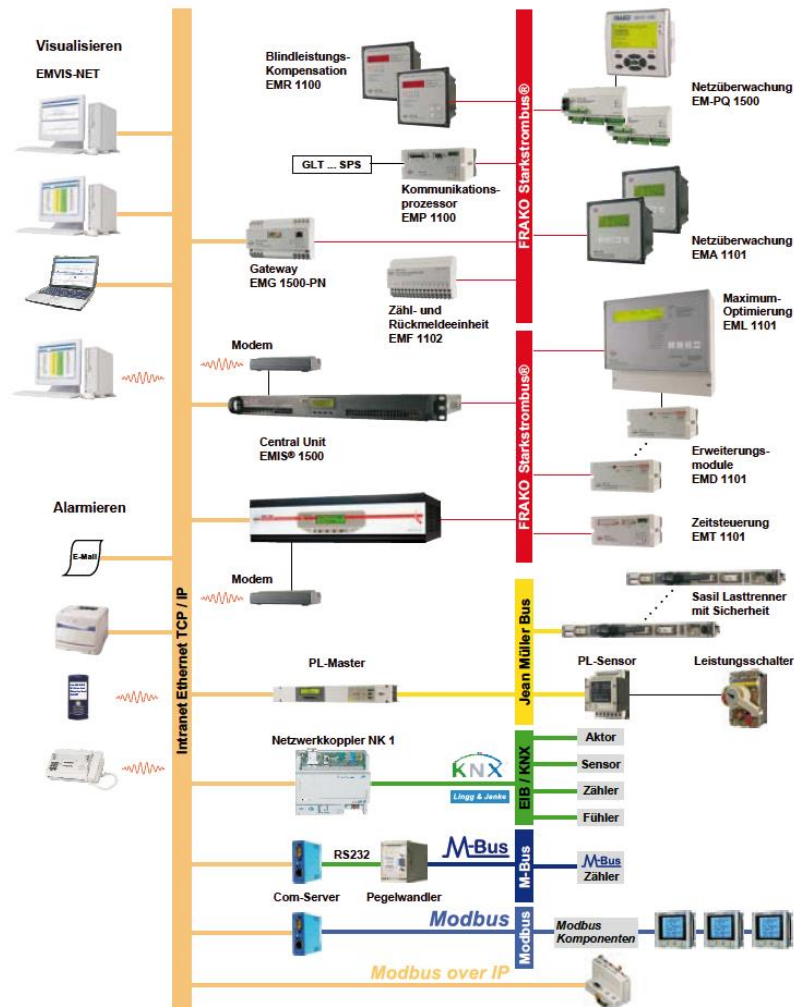
**Abbildung 8: Systemstruktur des Systems ENerGo+ der Fa. Berg [17]**

Abbildung 8 zeigt die Systemstruktur des Energieanalysesystems ENerGO+. Die Energieerfasser können über verschiedene Busse (Ethernet, Modbus, EIB, LON, M-Bus, PROFIBUS DP) an das Energiemanagementsystem angebunden werden. ENerGO+ wird vom Anbieter als Werkzeug für technisches und kaufmännisches Energiecontrolling positioniert, welches auch der Identifikation von Einsparpotentialen dienen soll [18]. Für die Verbrauchssteuerung kann das System um entsprechende Module der Serie BHS [16, 19] ergänzt werden. Weitere Informationen zu den Systemen der Firma Berg finden sich in Veröffentlichungen der Fa. Berg in Fachzeitschriften [20, 21].

### **3.4.3. Frako Kondensatoren und Anlagenbau GmbH**

Die Firma Frako wurde 1928 als „Fankfurter Kondensatoren GmbH“ gegründet. Hauptgeschäftszweck war die Herstellung von Kondensatoren. In den 70er-Jahren erweiterte sich das Produktportfolio um Komponenten zur Regelung von Blindleistungskompensationsanlagen. Seit 1992 bietet FRAKO Energiemanagementsysteme an. Seit dem Jahr 2004 bietet das Unternehmen das modular aufgebaute Energiemanagementsystem EMIS an [22].





**Abbildung 9: Systemstruktur Energie-Informationssystem der Fa. Frako [23]**

Die Firma Frako wurde in den Vergleich aufgenommen um das Portfolio eines Anbieters zu zeigen, der ursprünglich aus einer anderen Domäne (Kondensatorbau) stammte und über das Thema Blindleistungskompensation in das Gebiet Energiemanagement vorgestoßen ist.

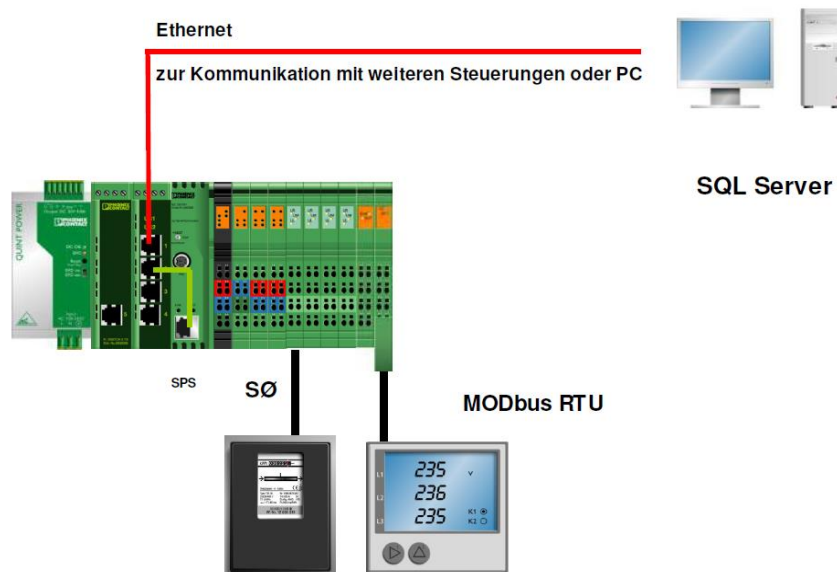
Abbildung 9 zeigt die Systemstruktur des Energie-Informationssystems der Firma Frako. Das Unternehmen bietet eine Reihe von Erfassern [24] und Überwachungseinheiten [25] an. Die Erfasser können über verschiedene Bussysteme an das System angebunden werden. Hier stehen neben standardisierten Bussen auch herstellerspezifische Busse wie der Frako-Starkstrombus oder Jean Müller Bus zur Verfügung. Neben der Erfassung von Energiedaten ist auch eine Netzüberwachung (Qualitätsüberwachung der Energieversorgung) möglich.

Die Daten werden in einer oder mehreren Zentraleinheiten (EMIS) erfasst und gespeichert. [23] Die Daten können dann über PCs visualisiert werden [23]. Die übergreifende Vernetzung der Komponenten erfolgt über Ethernet.

Weitere Informationen finden sich in der Beschreibung der Software [26], der Bedienungsanleitung für die Visualisierung [27] sowie verschiedenen Fachartikeln [28, 29]

#### **3.4.4. Phoenix Contact Electronics GmbH**

Die Firma Phoenix Contact fokussiert das momentan verfügbare System auf die Erfassung und Bereitstellung von Energiedaten in einem SQL-Server. Es ist davon auszugehen, dass künftig weitere Funktionalitäten ergänzt werden.



**Abbildung 10: Exemplarische Systemstruktur des Energiemanagementsystems der Fa. Phoenix [30]**

Abbildung 10 zeigt die Systemstruktur des Phoenix-Energiemanagementsystems. In diesem Bild ist exemplarisch die Erfassung über Modbus RTU und S0-Schnittstelle gezeigt. Die Erfassung der Energiedaten über andere Schnittstellen (RS 232, binäres I/O, analoges I/O, etc.) ist möglich, jedoch in diesem Bild nicht dargestellt. Die Erfassung und Verarbeitung der Messdaten erfolgt über eine speicherprogrammierbare Steuerung mit entsprechenden Interfacebaugruppen. Die speicherprogrammierbaren Steuerungen sind über Ethernet mit einem SQL-Server verbunden. Hier werden die Daten archiviert und für eine Auswertung bereitgestellt. Auswertefunktionen werden momentan kundenspezifisch realisiert. Standardfunktionen stehen zurzeit noch nicht zur Verfügung, sind aber laut Aussage der Fa. Phoenix für die Zukunft zu erwarten.

Informationen zu dem beschriebenen System stehen über Firmenpräsentationen der Firma Phoenix [31, 30, 32] und einen Kongressbeitrag [33] zur Verfügung.

### 3.4.5. Schneider Electric

Die Firma Schneider Electric bietet unter dem Markennamen „PowerLogic“ ein gestuftes Produktportfolio im Bereich Energiemanagementsysteme an.

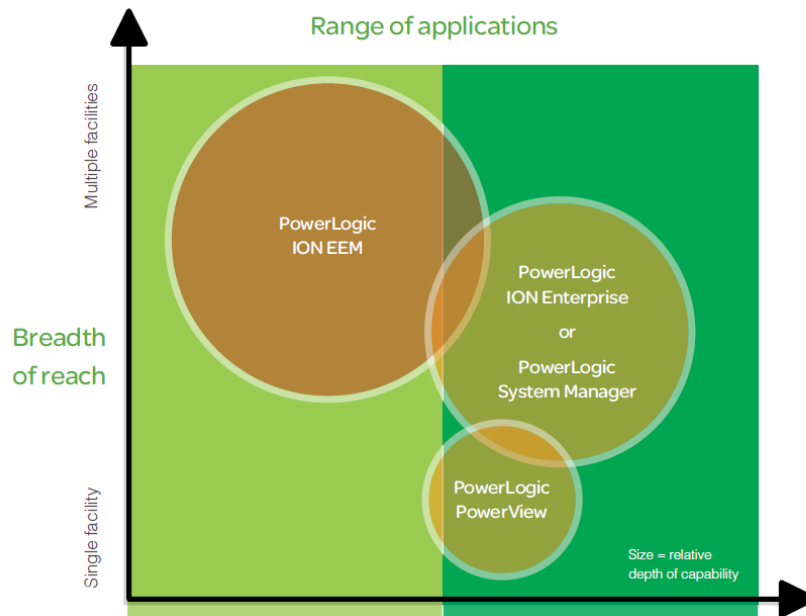
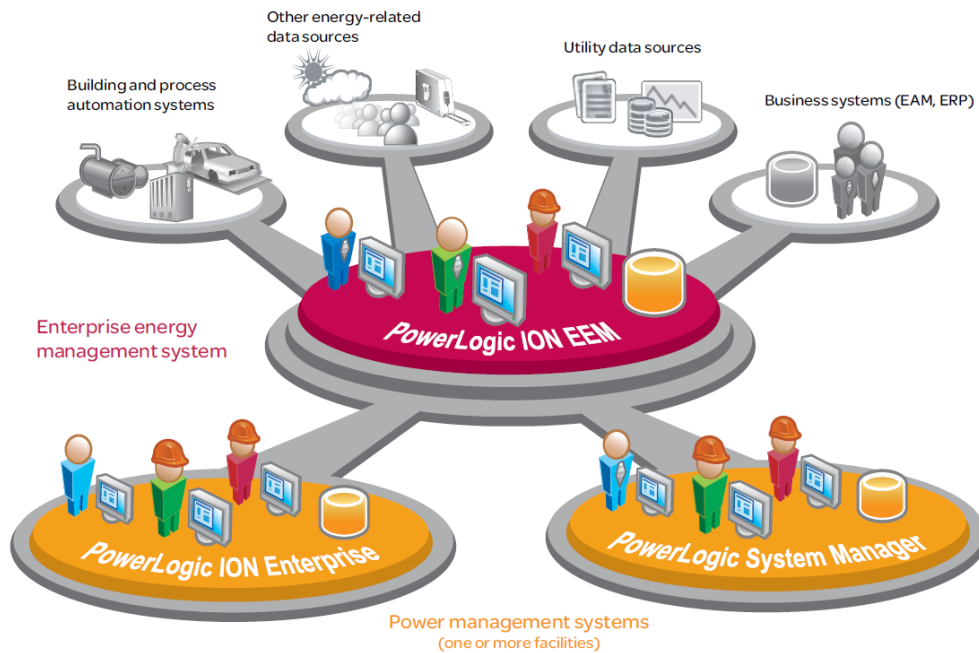


Abbildung 11: Produktportfolio PowerLogic von Schneider Electric [34]

Abbildung 11 zeigt die Übersicht über die PowerLogic Produktreihe. Das Produkt Power View [35] dient im Wesentlichen der Überwachung der Energieversorgung und der Ermittlung der Versorgungsqualität. Die Produkte PowerLogic System Manager [36] PowerLogic ION Enterprise [37] sind technische Energiemanagementsysteme zur Erfassung, Darstellung und Beeinflussung von Energieverbrauchern. Das Produkt PowerLogic ION EEM [38] bindet dann zusätzlich weitere Informationen aus Gebäudeautomatisierungssystemen, Prozessautomatisierungssystemen, ERP-Systemen und anderen Datenquellen wie z. B. Wetterdaten ein.



**Abbildung 12: PowerLogic ION EEM Systemstruktur der Firma Schneider Electric [34]**

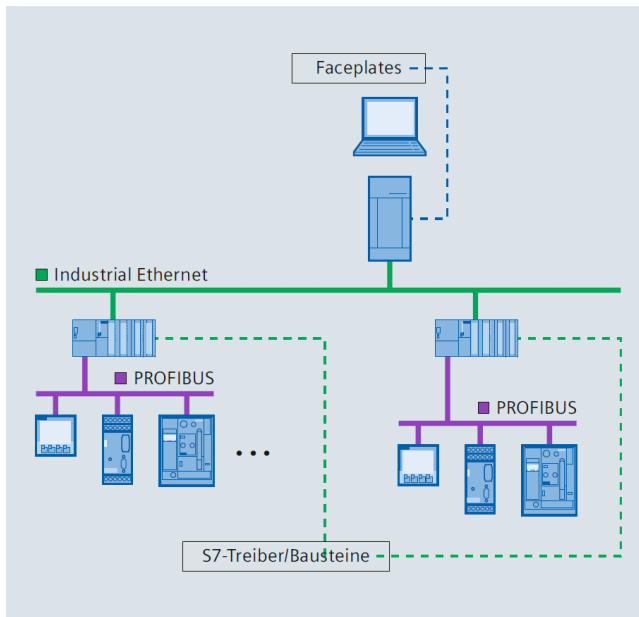
Abbildung 12 zeigt die Systemstruktur des PowerLogic ION EEM Systems. Das System integriert die unterlagerten Energiemanagementsysteme und integriert zusätzlich andere Datenquellen. Weitere Informationen zu den Energiemanagementsystemen finden sich in [39, 34].

### **3.4.6. Siemens AG**

Die Siemens AG ist in diese Marktübersicht mit zwei verschiedenen Systemen aufgenommen worden. Der Grund hierfür ist, dass eines der Systeme (Simatic Powerrate) eine in ein Automatisierungssystem integrierte Lösung ist, während das zweite System (b.data Energiemanagement) eher mit den bisher betrachteten Systemen vergleichbar ist. Um die Unterschiede besser herausarbeiten zu können, werden daher beide Systeme getrennt betrachtet und auch in der Übersichtstabelle in Kapitel 3.3 getrennt erfasst.

#### **Simatic Powerrate**

Das Simatic Powerrate System für WinCC und PCS 7 ist eine in das jeweilige Automatisierungssystem integrierte Lösung. Es stellt ein Basis Energie-Monitoring im Automatisierungssystem zur Verfügung. Hierzu gehören unter anderem: Erfassung und Visualisierung von Leistungs- und Energiedaten durch die Multifunktionsgeräte Sentron PAC [40] sowie die Anzeige von Lastprofilen, Lastmanagement, konfigurierbare Berichte für Kostenstellen, Chargen, Dauer- und Ganglinien. [41].



**Abbildung 13: Systemstruktur Siemens Simatic Powerrate [41]**

Abbildung 13 zeigt die Systemstruktur des Powerrate Systems. Die Energiedatenerfasser sind in das Automatisierungsnetzwerk (PROFIBUS DP) der Anlage eingebunden. Die Erfassung und Weiterverarbeitung der Energiedaten erfolgt durch Funktionsbausteine in den speicherprogrammierbaren Steuerungen. Die Visualisierung der Informationen erfolgt über die Leitstation des Automatisierungssystems (WinCC oder PCS7).

Weiteren Informationen zu Simatic Powerrate finden sich in [42, 43, 44].

## **Siemens b.data Energiemanagementsystem**

Das b.data Energiemanagementsystem ist als Energiemanagement Unternehmensportal ausgelegt.

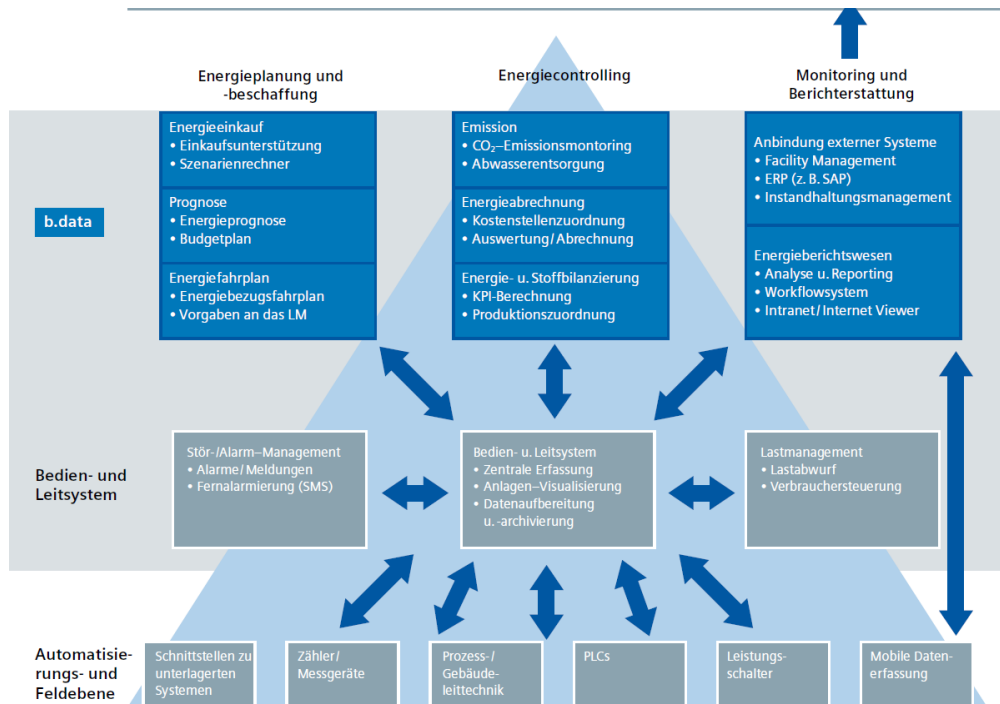


Abbildung 14: Funktionalität Siemens b.data Energiemanagement [45]

Abbildung 14 zeigt die Funktionalität des Siemens b.data Energiemanagementsystems. Es ist zu erkennen, dass alle in Kapitel 3.2 beschriebenen Funktionen (Erfassung, Darstellung, Beeinflussung, Controlling, Beschaffung) abgedeckt sind.

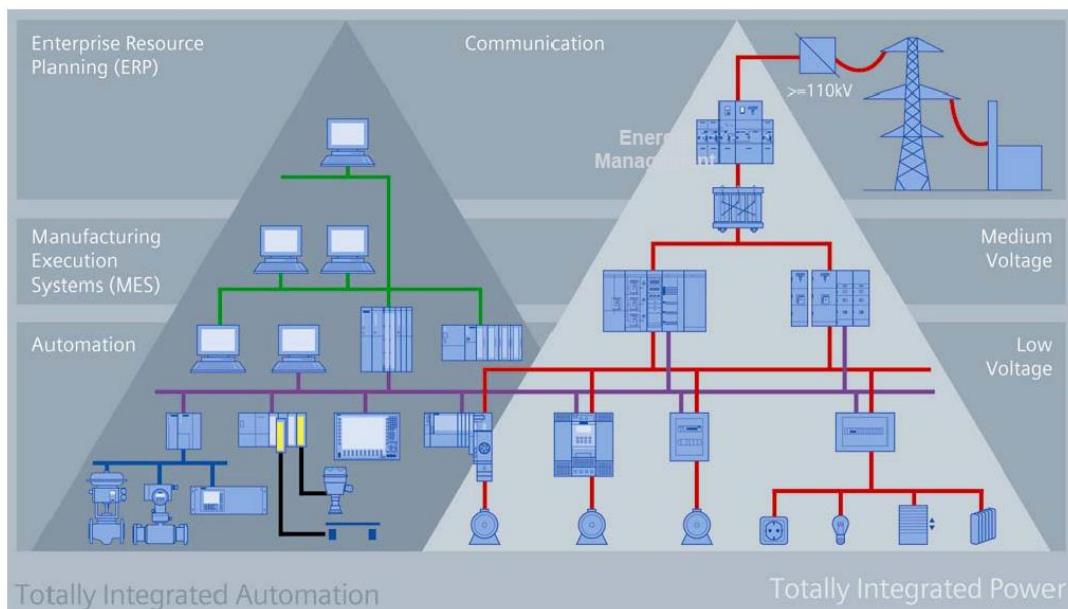


Abbildung 15: Systemstruktur Siemens b.data Energiemanagementsystem [44]

Abbildung 15 zeigt die Systemstruktur des b.data Energiemanagementsystems. In der Darstellung ist zu erkennen, dass das Energiemanagement parallel zum Automatisierungssystem dargestellt ist. Lediglich auf der Ebene des Feldbusses (violette Linie) ist

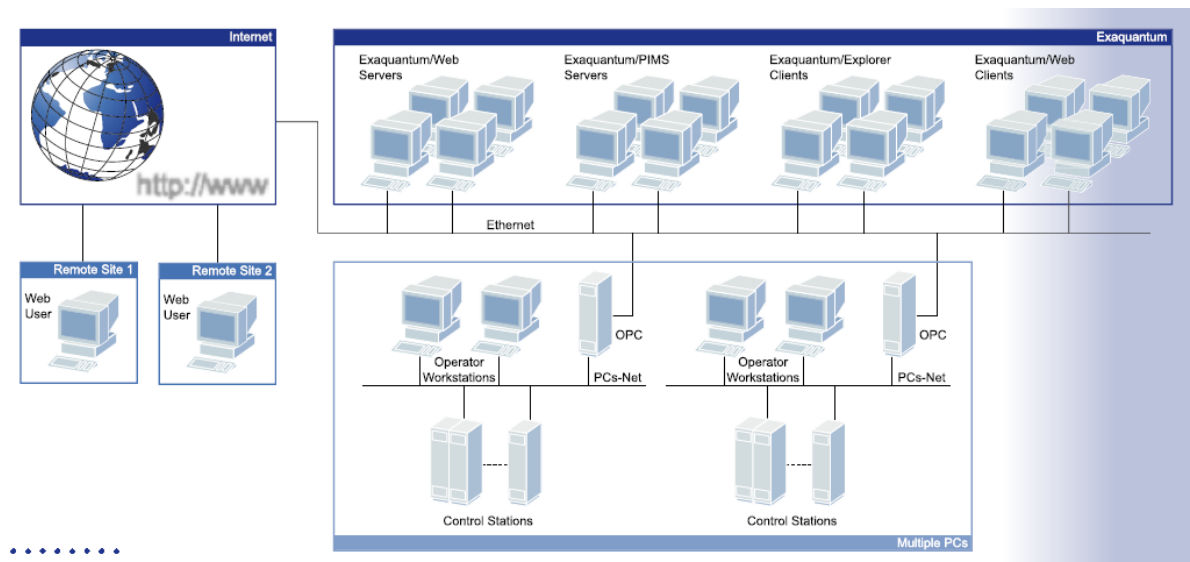


eine Kopplung zu erkennen. Damit unterscheidet sich das Konzept deutlich vom Ansatz bei Simatic Powerrate, wo eine starke Integration in das Automatisierungssystem gegeben ist.

Informationen zum b.data Energiemanagementsystem finden sich in [45, 44]. Darüber hinaus existieren verschiedene Applikationsberichte zur Anwendung des Systems, von denen hier zwei exemplarisch genannt werden [46, 47]. Darüber hinaus ist ein ARC-Report zu den Siemens Energiemanagementsystemen verfügbar [48].

### 3.4.7. Yokogawa

Die Firma Yokogawa bietet kein eigenständiges Energiemanagementsystem als Produkt an, sondern stützt sich auf das Plant-Information-Management-System Exaquantum ab. [49, 50, 51].



**Abbildung 16: Yokogawa Exaquantum Systemstruktur [49]**

Abbildung 16 zeigt die Systemstruktur des Yokogawa Exaquantum Systems, wobei es sich hierbei um die Struktur eines Plant Information Management Systems (PIMS) handelt. Eine besondere Abbildung der Energiemanagementfunktionen ist in diesem Bild nicht dargestellt. Die Erfassung der Energiedaten erfolgt über das unterlagerte Automatisierungssystem.

Durch die Integration von Energiemanagementfunktionen wird das Exaquantum System in einigen Bereichen um entsprechende Funktionalitäten erweitert. [52]. Ein spezielles Anwendungsgebiet liegt hierbei im Bereich der Energieerzeugung in Kraftwerken [53] sowie im Bereich der modellbasierten Verbrauchsvorhersage [54].

## **4. Anwenderinterviews**

### **4.1. Vorgehensweise**

Im Rahmen dieses Projektes ist eine Reihe von Interviews mit Endanwendern von Automatisierungssystemen durchgeführt worden. Ziel dieser Interviews ist eine Bestandsaufnahme in welchem Umfang und in welcher Form Energiemanagementsysteme eingesetzt werden. Zusätzlich wurde ermittelt in welchem Umfang bereits andere Energieeffizienzmaßnahmen durchgeführt wurden.

Im Vorfeld wurde mit dem beteiligten Firmenkonsortium ein standardisierter Fragebogen mit 51 Fragen abgestimmt. Die Fragen des Fragebogens sind in Anlage 2 beigelegt. Die Auswertung der Interviews wird in einer separaten Datei bereitgestellt. Siehe hierzu die Hinweise in Anlage 1.

Die Interviews wurden, bis auf eine Ausnahme, im persönlichen Gespräch durchgeführt. Der Fragebogen lässt sich in die folgenden Kategorien einteilen:

- Angaben zum Unternehmen und zur befragten Person. (Diese Daten werden in der Auswertung zu diesem Bericht lediglich anonymisiert wiedergegeben)
- Hergestellte Produkte und verwendete Automatisierungssysteme.
- Fragen zu Energieaspekten der Produktion und zu bereits durchgeführten Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz.
- Fragen zu Anforderungen an ein künftiges Energiemanagementsystem.
- Unterstützung des Energiemanagements im Planungsprozess.
- Fragen zu Energieaspekten des Life-Cycle-Managements.
- Offener Teil für Diskussion und Anregungen.

### **4.2. Befragte Unternehmenskategorien**

Im Rahmen des Projektes wurden zehn Interviews durchgeführt. Eines der Interviews war nicht sinnvoll auszuwerten, da ein Großteil der Fragen unbeantwortet blieb. Daher wurde dieses Interview nicht weiter betrachtet. Folgende neun Industriezweige wurden erfolgreich befragt:

- Chemische Industrie
- Kautschukverarbeitende Industrie
- Prozessindustrie Öl und Gas

- Systemintegrator
- Getränkeindustrie
- Papierherstellung
- Fertigungsindustrie mittelständisch
- Automobilhersteller
- Pharmabetrieb

Hierbei wurde darauf geachtet, dass sowohl Unternehmen der Fertigungsindustrie als auch der Prozessindustrie befragt wurden. Darüber hinaus wurde ein Mix aus mittelständischen und Großunternehmen befragt. Sofern sich für die Prozess- Fertigungsindustrie unterschiedliche Ergebnisse zu Fragen ergeben haben, werden diese entsprechend den Industrien ausgewertet.

### **4.3. Interviewergebnisse**

In diesem Kapitel werden die Interviewergebnisse in zusammengefasster Form wiedergegeben. Die an der Studie beteiligten Projektpartner erhalten zusätzlich in einer getrennten Datei eine anonymisierte Detailauswertung der Interviewergebnisse. Diese Detailauswertung ist nicht Bestandteil dieses Berichts.

#### **4.3.1. *Verwendete Automatisierungssysteme***

Die befragten Firmen setzen die folgenden Automatisierungssysteme ein:







- Speicherprogrammierbare Steuerungen
- Prozessleitsysteme
- SCADA-Systeme
- Systeme zur Rezepturverwaltung (Pharma).

Wie zur erwarten war, setzen die Unternehmen der Verfahrenstechnik im Wesentlichen Prozessleitsysteme ein, während die Unternehmen der Fertigungsindustrie im Wesentlichen speicherprogrammierbare Steuerungen und SCADA-Systeme einsetzen. Das befragte Pharmaunternehmen setzte zusätzlich ein System zur Rezepturverwaltung ein. Häufig kommen neben den Automatisierungssystemen auch MES-Systeme zum Einsatz.

Die folgenden Automatisierungstechnikhersteller kommen bei den befragten Unternehmen zum Einsatz:

- Siemens
- ABB
- Phoenix Contact
- AEG Modicon (Altsystem)
- Honeywell

In den Anlagen werden die folgenden Bussysteme eingesetzt:

	PROFIBUS
	PROFINET
	Interbus S
	Industrial Ethernet *)
	DeviceNet
	Ethernet IP

\*) Mit dem Begriff „Industrial Ethernet“ werden alle Ethernet-basierten-Bussysteme bezeichnet, bei denen firmenspezifische Applikationslayer (ISO/OSI Schicht 7) zum Einsatz kommen.

#### **4.3.2. Eingesetzte Energieträger**

In den befragten Unternehmen werden die folgenden Energieträger eingesetzt:

- Elektrische Energie
- Dampf
- Erdgas
- Öl
- Druckluft
- technische Wärme (Wärmeöl)
- technische Kälte (Sole)

Wichtigste Energieträger sind elektrische Energie und Dampf. Darüber hinaus kommen teilweise technischer Gase wie Stickstoff und Wasserstoff zum Einsatz. Auch wenn es sich z. B. bei Stickstoff nicht um einen Energieträger handelt, werden diese technischen Gase hier aufgeführt, da der Verbrauch, ähnlich wie bei Energieträgern, erfasst wird. Die wichtigsten Energieträger sind Dampf und elektrische Energie.

#### **4.3.3. Bereits durchgeführte Maßnahmen zur Energieeffizienz**

Alle befragten Unternehmen haben bereits Maßnahme zur Steigerung der Energieeffizienz durchgeführt oder sind dabei diese durchzuführen. Hierbei sind zwischen der Fertigungsindustrie und der Prozessindustrie unterschiedliche Schwerpunkte zu erkennen.

Fertigungsautomatisierung:

- Einsatz von AC-Antrieben mit hoher Effizienzklasse
- Beleuchtungsoptimierung
- Wärmerückgewinnung Kompressoren
- Optimierung Taktzeiten

Prozessautomatisierung:

- Einsatz Kraft-Wärme-Kopplung
- Verdichterregelung
- Ersatz Pumpe-Drossel Kombinationen durch geregelte Pumpen
- Einsatz AC-Antrieben mit hoher Effizienzklasse
- Optimierung von Laufzeiten, z. B. bei Rührern
- Heizung, Klima, Belüftung
- Beleuchtung

Alle Unternehmen erfassen die wesentlichen Verbräuche der eingesetzten Energieträger. Häufig geschieht die Erfassung noch mit relativ geringer räumlicher Auflösung, z. B. lediglich auf Hallenebene. In selteneren Fällen werden Verbräuche auf Anlagenbereichsebene oder Maschinenebene erfasst. Neben dem Verbrauch an elektrischer Energie wird auch der Verbrauch an Dampf, Druckluft und von anderen Energieträgern (z. B. Heizgas) erfasst.

Die bisherigen Aktivitäten zur Energieeffizienz liegen im Schwerpunkt in den bereits beschriebenen Maßnahmen und in der Erfassung, Archivierung und Auswertung von Verbrauchsdaten. Im Moment ist bei der Mehrheit der Unternehmen noch kein Fokus auf die Einführung eines durchgängigen und integrierten Energiemanagements zu erkennen, allerdings planen alle befragten Unternehmen weitere Effizienzmaßnahmen für die Zukunft.

Hier werden insbesondere genannt:

- Weitere Optimierung von Pumpen und Rührern
- Leerlaufabschaltungen
- Einführung eines Energiemanagementsystems (ein Unternehmen)

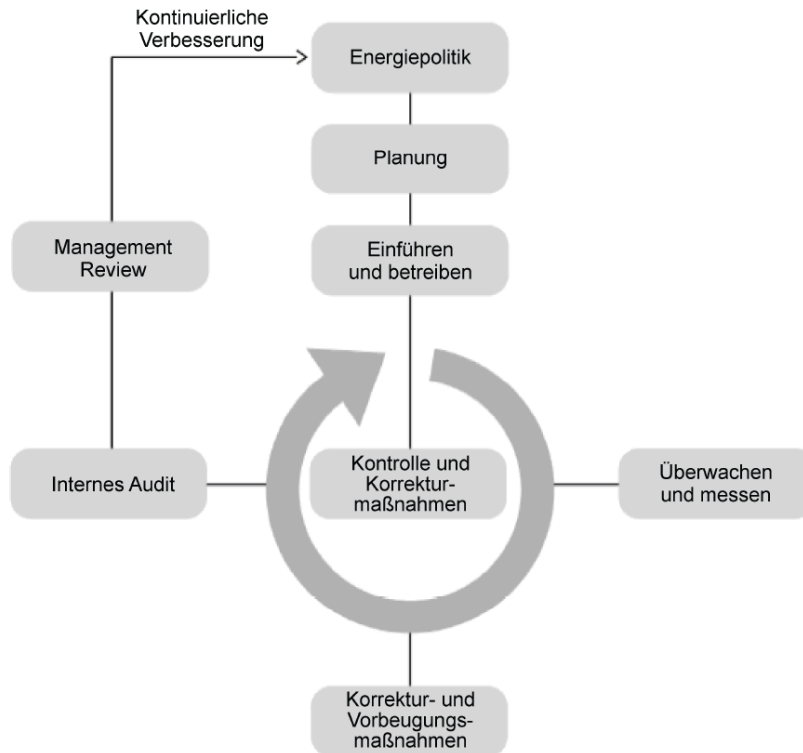
In der Mehrzahl der Unternehmen gibt es firmenweite Vorgaben in Bezug auf die angestrebten künftigen Einsparungen. Die Einschätzung der befragten Personen in Hinsicht auf die Wichtigkeit künftiger Energieeffizienzmaßnahmen ist in Tabelle 3 dargestellt. 50% der befragten Personen halten weitere Maßnahmen für sehr wichtig oder wichtig.

Wichtigkeit künftiger Energieeffizienzmaßnahmen	Nennungen in %
sehr wichtig	20%
wichtig	30%
neutral	30%
weniger wichtig	20%
unwichtig	0%

**Tabelle 3: Antworten auf die Frage nach der Wichtigkeit künftiger Energieeffizienzmaßnahmen**

#### **4.3.4. Energiemanagementsystem nach DIN EN 16001**

Ein (organisatorisches) Energiemanagementsystem nach DIN EN 16001 [5] beschreibt die organisatorischen Maßnahmen in einem Unternehmen zu treffen sind um einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess für eine effizientere Energienutzung einzuleiten.



**Abbildung 17: Kontinuierlicher Verbesserungsprozess nach DIN EN 16001 [5]**

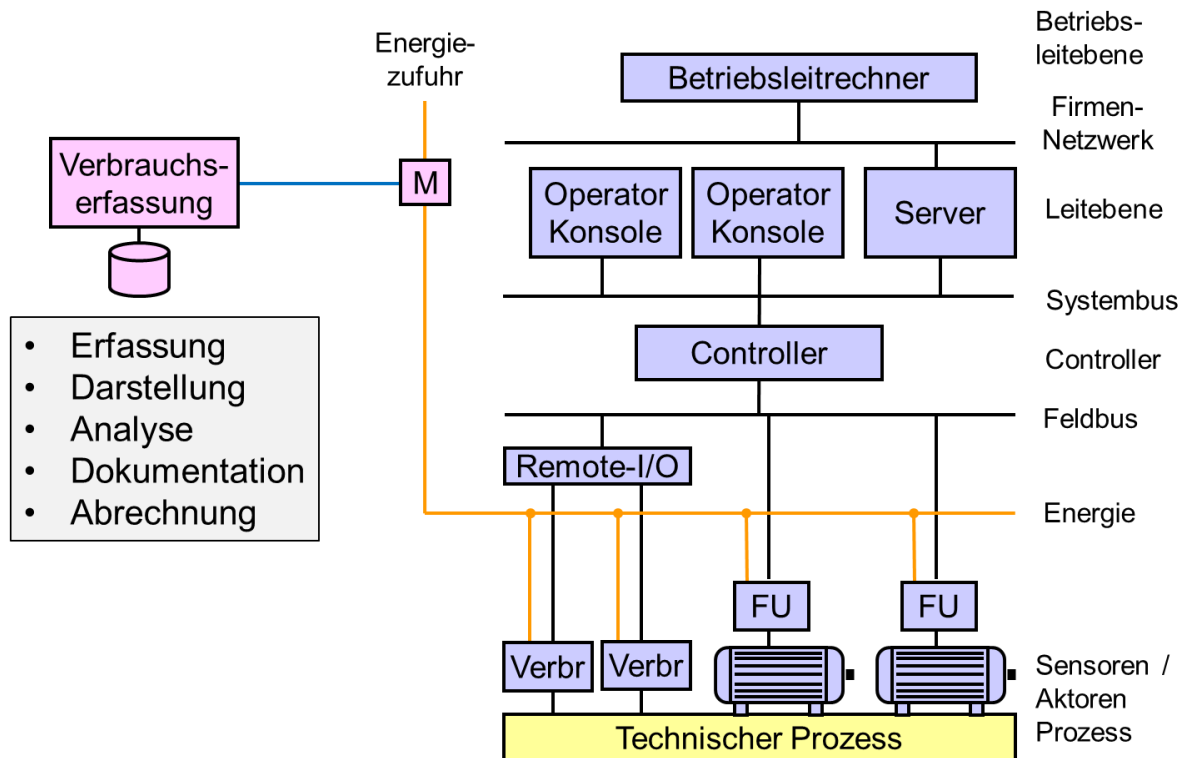
Abbildung 17 zeigt das Prozessmodell, welches der DIN EN 16001 zu Grunde liegt. Hier ist im Wesentlichen ein Prozessmodell zur Einführung und Aufrechterhaltung eines organisatorischen Energiemanagements beschrieben. Teil dieses Prozesses ist in der Regel auch die Einführung technischer Maßnahmen, so dass häufig dann auch ein technisches Energiemanagement im Rahmen dieses Prozesses im Unternehmen installiert wird.

Bei den befragten Personen war in vier Unternehmen die DIN EN 16001 bekannt, drei Personen war die Norm unbekannt. In einem Unternehmen war ein organisatorisches Energiemanagementsystem nach DIN EN 16001 bereits eingeführt, einige Unternehmen hatten vergleichbare Mechanismen, allerdings ohne formalen Prozess, installiert, drei Unternehmen planen die Einführung.



#### 4.3.5. Vorgefundene Energiemanagementlösungen

Im Folgenden werden die in den befragten Unternehmen vorgefundenen Lösungen beschrieben. Hierbei wurde eine Klassifizierung vorgenommen bei der die Funktionalität schrittweise anwächst.



**Abbildung 18: Energiemanagementsystem Stufe 1**

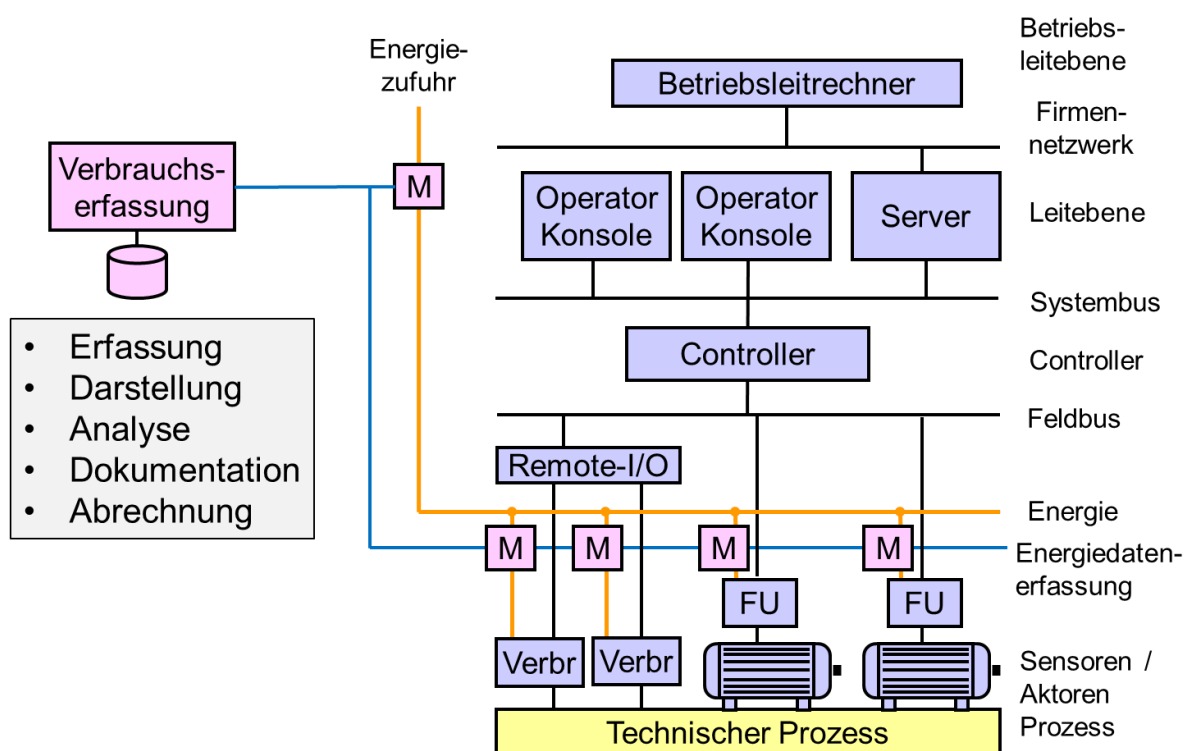
Abbildung 18 zeigt die einfachste Form eines Energiemanagements, welche hier als Stufe 1 bezeichnet wird. Auf der rechten Seite ist das Automatisierungssystem dargestellt. Die Verbraucher werden über die in der Farbe Orange dargestellten Leitungen mit Energie versorgt. Der Energieverbrauch wird an einer zentralen Messstelle M erfasst. Die Verbrauchsdaten werden in einem zentralen System archiviert und dargestellt. Diese Systemstruktur wurde so bei einigen der befragten Firmen vorgefunden. In der Regel werden neben den Verbrauchsdaten elektrischer Energie auch Daten für alle anderen Energieträger erfasst und dokumentiert. Die Erfassung von Verbrauchsdaten einzelner Aggregate erfolgt nicht. Das System wird überwiegend genutzt für:

- Erfassung der Verbrauchsdaten auf Hallen- oder Anlagenbereichsebene
- Darstellung und Analyse der Verbrauchsdaten für diese Bereiche
- Dokumentation und Archivierung dieser Daten
- Abrechnung (teilweise)

Da die Erfassungssysteme nachträglich eingebaut wurden, sind diese als getrennte Systeme, unabhängig vom Automatisierungssystem, realisiert. Gründe hierfür sind:

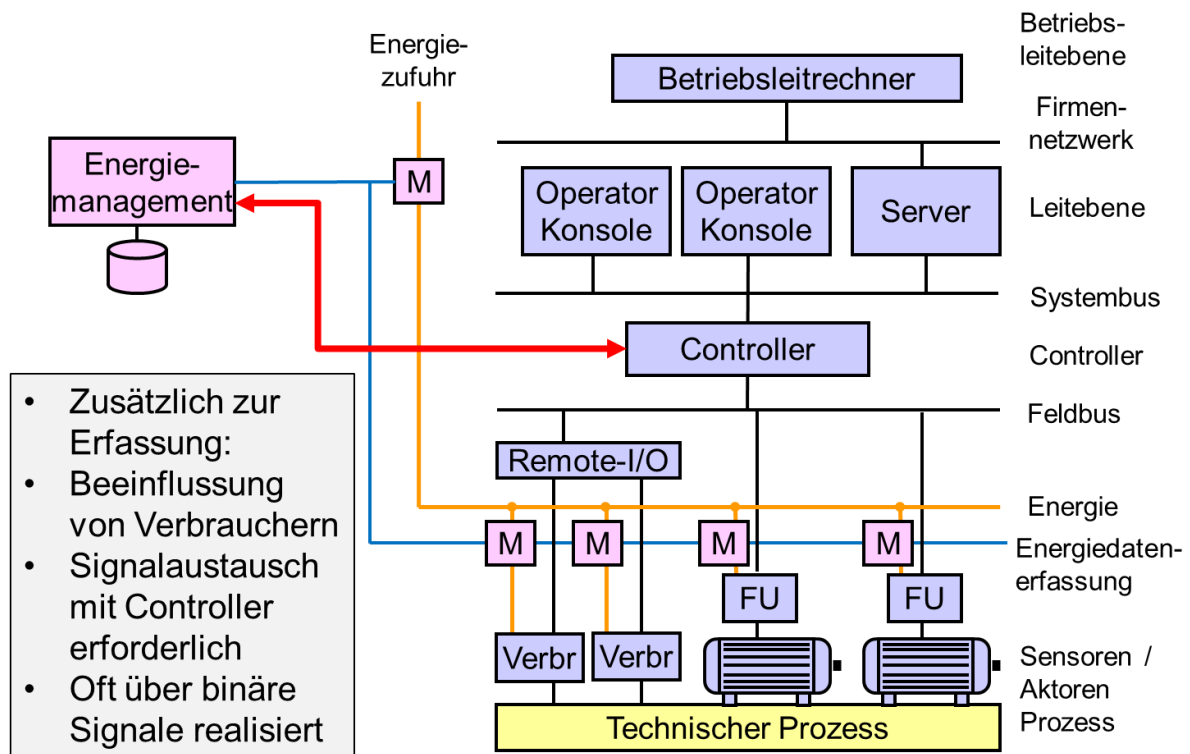
- Nachträgliche Installation: Es sollte kein Eingriff in das bestehende Automatisierungssystem erfolgen
- Heterogenes Umfeld: In der Anlage sind Automatisierungssysteme von unterschiedlichen Herstellern im Einsatz
- Getrennte Zuständigkeit für Leitsystem und Energiedatenerfassung

Im folgenden Abschnitt wird nun ein Energiemanagementsystem beschrieben, welches in dieser Studie mit der Bezeichnung „Stufe 2“ beschrieben wird.



**Abbildung 19: Energiemanagementsystem Stufe 2**

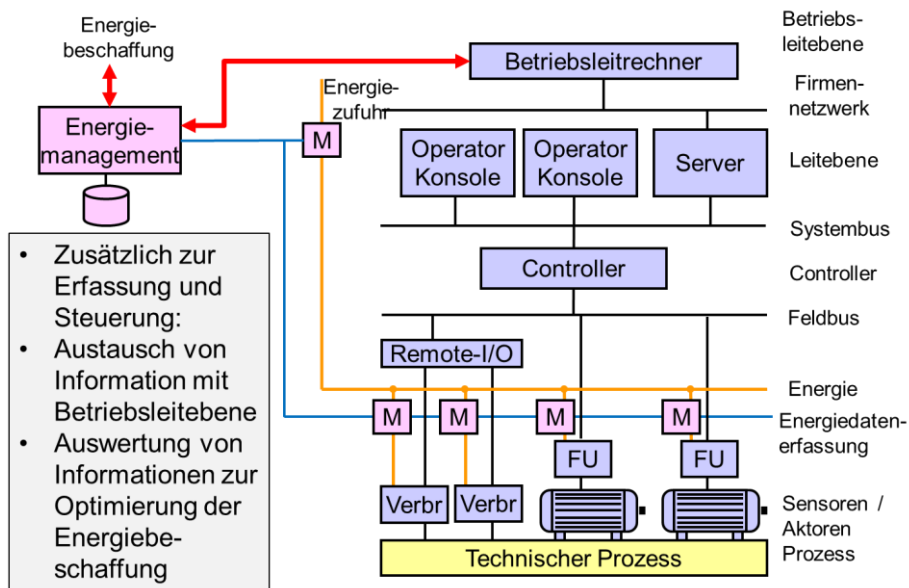
Abbildung 19 zeigt ein Energiemanagementsystem der Stufe 2. Hier sind nun an allen wichtigen Verbrauchern zusätzliche Messgeräte M zur Erfassung verbrauchsrelevanter Daten installiert. Neben den globalen Verbrauchsdaten können somit auch die Verbräuche einzelner Aggregate oder einzelner Anlagenteile erfasst werden. Durch die räumliche Verteilung der Verbrauchserfasser ist eine zusätzliche Kommunikationsinfrastruktur erforderlich.



**Abbildung 20: Energiemanagementsystem Stufe 3**

Abbildung 20 zeigt eine weitere Erweiterung des Energiemanagements, welche hier als Stufe 3 bezeichnet wird. Neben der Erfassung von Verbrauchsdaten werden nun auch Verbraucher gezielt beeinflusst. Dies ist zum Beispiel erforderlich um Lastspitzen durch das zeitweise Abschalten von Verbrauchern zu reduzieren. Die erfassten Energiedaten werden in dieser Stufe 3 zur Beeinflussung von Verbrauchern herangezogen. Hierbei ist ein Informationsaustausch zwischen Managementsystem und Automatisierungssystem erforderlich. Informationen über Betriebszustand der Anlage vom Automatisierungssystem sind an das Energiemanagementsystem zu übertragen, Informationen über Abschaltung von Verbrauchern sind vom Energiemanagementsystem an das Automatisierungssystem zu senden.

Als Problem stellt sich hierbei heraus, dass es kein standardisiertes Datenformat zum Austausch von Informationen zwischen dem Energiemanagementsystem und dem Automatisierungssystem gibt. Die befragten Firmen führten den Signalaustausch häufig über binäre E/A-Signale, teilweise über Software-Schnittstellen durch. Die Beeinflussung des Verbrauchs der Anlage durch das Energiemanagementsystem erfordert die Beschaffung von Informationen über Betriebszustand der Anlage. Dies erfordert Konfigurationsänderungen in der Projektierung der Anlage, die in der Regel unerwünscht sind. Derartige Änderungen können potentiell den Betrieb der Anlage negativ beeinflussen, da Änderungen einer funktionsfähigen und laufenden Anlage möglicherweise zu unerwünschten Störungen im Produktionsprozess führen können.

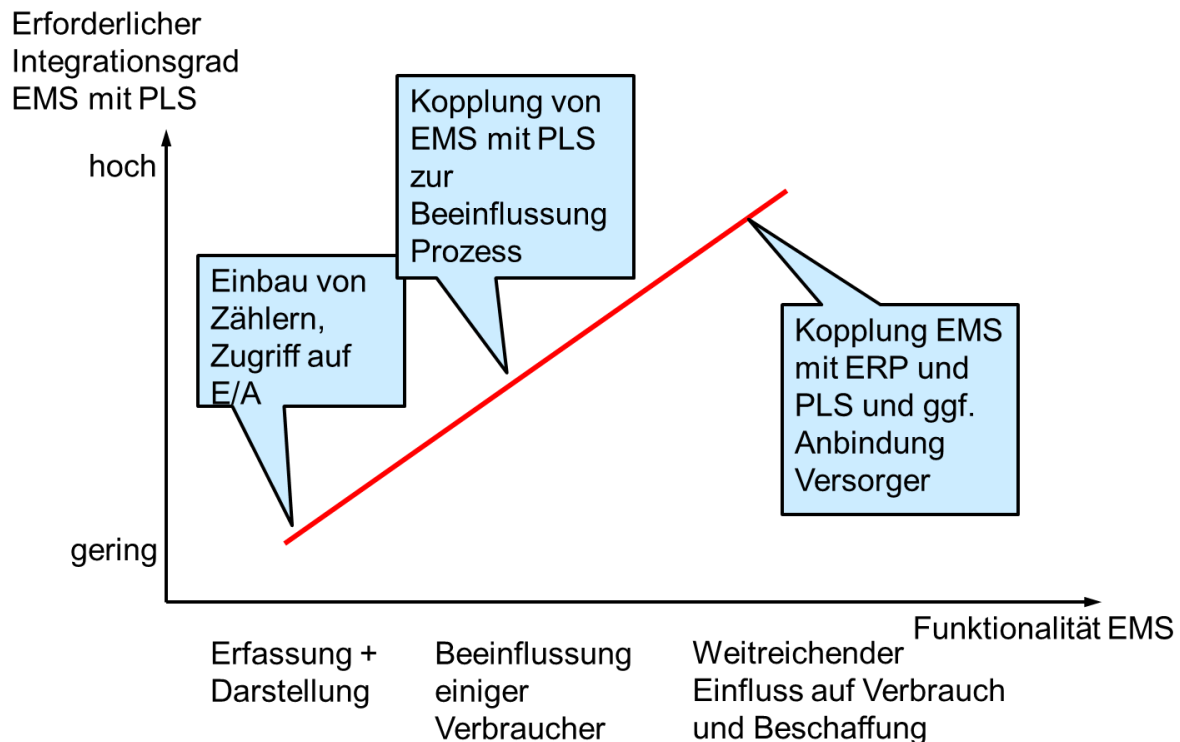


**Abbildung 21: Energiemanagementsystem Stufe 4**

Abbildung 21 zeigt die umfassendste Ausbaustufe eines Energiemanagementsystems. Hier wird zusätzlich zu den schon beschriebenen Funktionen der Stufen eins bis drei noch eine weitere Funktionalität genutzt. Das Energiemanagementsystem wird in den Prozess der Energiebeschaffung eingebunden. Hierzu werden Planungsdaten der Betriebsleitebene herangezogen und zusätzlich wird das EMS in den Beschaffungsvorgang für die Energie mit einbezogen.

#### 4.3.6. Integration von Energiemanagementsystem und Automatisierungssystem

Die beschriebenen Ausbaustufen eines Energiemanagementsystems stellen unterschiedliche Anforderungen an die Integration des Energiemanagementsystems mit dem Automatisierungssystem.



**Abbildung 22: Integrationsbedarf abhängig von der Funktionalität**

Abbildung 22 zeigt wie mit steigender Funktionalität des Energiemanagementsystems eine steigende Integration von Energiemanagementsystem und Automatisierungssystem erforderlich werden. Diese Grafik spiegelt gut die Ergebnisse der Befragung in Hinsicht auf den Integrationsbedarf wieder. Bei einer reinen Erfassung von Verbrauchsdaten wird eine Integration von EMS mit dem Automatisierungssystem als nicht erforderlich erachtet. Sobald jedoch eine Beeinflussung von Verbrauchern über das EMS gewünscht wird, ist eine Integration, d. h. datenmäßige Ankopplung von EMS und Automatisierungssystem erforderlich und sinnvoll. Das gilt insbesondere für Energiemanagementsysteme der Ausbaustufen 3 und 4. Die befragten Personen gehen davon aus, dass künftig ein höherer Grad an Integration von EMS und Automatisierungssystem erforderlich sein wird.

#### **4.3.7. Anforderungen der Anwender an Energiemanagementsysteme**

In einem offenen Teil der Befragung wurden die Firmen nach ihren Anforderungen in Bezug auf die Funktionalität von Energiemanagementsystemen befragt. Im Folgenden werden die genannten Anforderungen stichpunktartig erläutert. Die Reihenfolge der Nennung stellt keine Priorisierung dar.

- Das Energiemanagementsystem muss über offene Schnittstellen verfügen. Hierbei sollen standardisierte Module zum Einsatz kommen.
- Die Bedienerfreundlichkeit wird als ausgesprochen wichtig erachtet. Häufig wurde gefordert, dass der Aufwand für ein Energiemanagement in einem gesunden Verhältnis zu den erreichbaren Einsparungen stehen muss.
- Global tätige Unternehmen fordern die Ausrollbarkeit eines EMS in allen Betrieben weltweit.
- Standardmesstechnik zur Erfassung der Energiedaten (vom 4...20 mA-Signal bis zum intelligenten Anschluss mit Netzwerkanbindung) sollte zum Einsatz kommen
- Messgeräte sollen autonom die erfasste Arbeit/Energie aufsummieren und speichern.
- Vorkonfektionierte Bausteine innerhalb des Automatisierungssystems zur Konfiguration der Erfassungsaufgaben sind erforderlich.
- Standard-Auswertemodule (z.B. Energie pro Gerät, Energie pro Teilanlage, Energie pro Batch....) sollten verfügbar sein.
- Jedes Gerät soll vom Anlagenbediener in das Lastmanagement einbindbar sein.
- Ein kompletter Signalaustausch zwischen Maschine und Lastmanagementsystem in beide Richtungen sollte realisierbar sein.
- Möglichkeit zur intelligenten Koordination von Maschinen sollte bestehen.
- Beim Ausfall des Energiemanagementsystems sollte die Produktion uneingeschränkt weiterlaufen können.
- Es werden einheitliche Online-Datenformate von den Energielieferanten zum EMS des Verbrauchers gewünscht.
- Für die Analyse der Verbräuche müssen Sichten auf Komponenten, Anlageninseln und ganze Hallen möglich sein.
- Vorausschauende Empfehlungen für Abschaltung von Systemen sollten vom EMS gegeben werden um eine proaktive Steuerung des Verbrauchs zu ermöglichen.
- Das EMS sollte auf den aktuellen Strompreis zugreifen können
- Das EMS sollte eine standortweite Optimierung des Energieverbrauchs erlauben und nicht auf Einzelbetriebe beschränkt sein.
- Das EMS sollte in den Bereich der Produktionsplanung eingreifen können, z. B. um eine zeitliche Optimierung von Batches durchzuführen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass insbesondere der Aspekt eines einfachen Handlings und einer durchgängigen Datenintegration von vielen befragten Personen besonders hervorgehoben wurde.

#### **4.3.8. Unterstützung des Energiemanagements im Planungsprozess**

Der momentane Stand bei den befragten Unternehmen zeigte, dass die Energiemanagementsysteme bisher unabhängig von der Automatisierungsanlage geplant wurden. Der Grund hierfür ist insbesondere darin zu sehen, dass in der Regel das EMS nachträglich in eine schon bestehende Anlage integriert wurde. Somit hat die Frage der Unterstützung des Energiemanagements während des Planungsprozesses einer Anlage bisher keine praktische Relevanz gehabt.

<b>Wichtigkeit der Integration des Energiemanagements in den Planungsprozess</b>	<b>Nennungen in %</b>
<b>sehr wichtig</b>	50%
<b>wichtig</b>	0%
<b>neutral</b>	25%
<b>weniger wichtig</b>	12,5%
<b>unwichtig</b>	12,5%

**Tabelle 4: Antworten auf die Frage nach der Wichtigkeit der Integration des Energiemanagementprozesses in den Planungsprozess**

Dennoch beurteilt die Hälfte der befragten Personen die Integration des Energiemanagements in den Planungsprozess als sehr wichtig (Siehe Tabelle 4). Als mögliche Ansätze für eine verbesserte Berücksichtigung des Energiemanagements während des Planungsprozesses wurden die folgenden Aspekte genannt:

- Standardisierte Schnittstellen, die Möglichkeit zur Ermittlung des Energieverbrauchs während des Planungsprozesses bieten.
- Bereitstellung von Stand-By-Funktionen z. B. an Motorsteuerungsbausteinen um Aspekte des Lastabwurfs schon während der Planung zu berücksichtigen.
- Möglichkeiten zur Simulation des Energieverbrauchs während der Planungsphase.
- Möglichkeiten zur Simulation der Abschaltung von Verbrauchern während der Planungsphase.

#### **4.4. Unterschiede zwischen Fertigungs- und Prozessindustrie**

In Kapitel 4.3.3 wurde bereits bei den bereits durchgeführten Maßnahmen zur Energieeffizienz auf den Unterschied zwischen Prozess- und Fertigungsindustrie eingegangen. In diesem Abschnitt sollen die Anwenderinterviews noch einmal unter diesem Aspekt analysiert werden.

##### **Prozessindustrie:**

- Die Prozesse sind teilweise von hohen Energieverbräuchen geprägt (z. B. Stahlindustrie, kautschukverarbeitende Industrie). Der Verbrauchsanteil der sich durch vorübergehende Abschaltung beeinflussen lässt, wird als relativ klein angesehen.
- Es wird in einem hohen Maße thermische Energie (Prozesswärme) eingesetzt. In vielen Fällen ist der Verbrauch an thermischer Energie deutlich größer als der an elektrischer Energie.
- Genauso wie bei elektrischer Energie müssen die Unternehmen auch bei Prozesswärme Vorhersagen für die benötigte Energiemenge machen und ungeplante Spitzen bei der Abnahme vermeiden.
- Die Freiheitsgrade zum Abschalten von Verbrauchern zur Vermeidung von Lastspitzen sind limitiert, da in vielen Fällen der technische Prozess dies nicht zulässt.
- Der sichere Betrieb und die Produktionsqualität haben Vorrang vor der Einsparung von Energie. (So lässt z. B. der befragte Pharmabetrieb die Sterilisationsanlage auch über das Wochenende auf Betriebstemperatur um bei Schichtbeginn am Montag den Ofen auf Solltemperatur vorzufinden).
- Verfahrenstechnische Optimierungen haben eine hohe Bedeutung bei der Energieeinsparung.
- Trotz dieser Limitierungen bestehen dennoch in der Prozessindustrie Potentiale zur Energieeinsparung durch Energiemanagement. Hier seien genannt:
  - Herunterfahren von Rührwerken auf Schleichfahrt nach Abschluss des Rührvorgangs.
  - Start von Batches (z. B. Aufbereitung von Zellstoff in der Papierindustrie) nach Vorgabe durch Energiemanagementsystem.
  - Vorübergehende Abschaltung von Heizungen, Kühlungen oder Rührern zur Vermeidung von Lastspitzen.
  - Optimierung der Druckluftherzeugung.
  - Vorübergehende Absenkung von Prozesstemperaturen in Wartezuständen.



## **Fertigungsindustrie:**

- Die Anwendungen der Fertigungsindustrie machen in einem hohen Anteil Gebrauch von elektrischer Energie.
- Elektrische Antriebe dominieren die Diskussion im Bereich Energiemanagement.
- Hier wird die Diskussion in Bezug auf die Abschaltung nicht genutzter Antriebe intensiv geführt.
- Im Fokus stehen neben der Wirkungsgradoptimierung von Antrieben folgende Szenarien:
  - Abschaltung nicht benötigter Antriebe (z. B. Förderkette auf der sich keine Teile befinden) zur Einsparung von Energie.
  - Absenken des Energieverbrauchs bei geplanten und ungeplanten Pausen zur Einsparung von Energie.
  - Vorübergehende Abschaltung von Verbrauchern zur Absenkung von Lastspitzen.

## **4.5. Zusammenfassung der Interviewergebnisse**

Dieses Kapitel fasst noch einmal die wesentlichen Ergebnisse der Befragung zusammen:

- Das Energiemanagement wird nach Aussage der interviewten Personen künftig an Bedeutung gewinnen. Nahezu alle befragten Unternehmen planen weitere Aktivitäten in den nächsten Jahren.
- Alle Anwender erfassen die Verbräuche Ihrer Energieträger mit einem mehr oder weniger großen Detaillierungsgrad.
- Die Erfassungssysteme für den Energieverbrauch sind getrennt von den Automatisierungssystemen. Die Gründe hierfür wurden eingehend diskutiert.
- Wird neben der Verbrauchserfassung auch ein Management des Verbrauchs gewünscht, ist in zunehmendem Maße eine Kopplung von EMS und PLS erforderlich.
- Die Anwender fordern hier offene und einfach implementierbare Lösungen mit durchgängiger Kommunikation.
- Die Unterstützung des Energiemanagements schon im Planungsprozess wird von 50% der befragten Personen als sehr wichtig erachtet.

Eine Detailsauwertung der Interviews steht in Form einer Excel-Tabelle zur Verfügung. (Siehe Hinweise in Anlage 1)

## 5. Schlussfolgerungen

Die Bedeutung von Energieeffizienzmaßnahmen wird weiter zunehmen. Die Bundesregierung will innovative Technologien zur Steigerung der Energieeffizienz fördern und plant eine Verstärkung der Förderung für besonders innovative Technologien zur Steigerung der Energieeffizienz. Ansatzpunkte sind Impulsprogramme zur Markteinführung, F&E-Projekte oder die Förderung von Kleinserien zur Demonstration neuer Technologien. Darüber hinaus will die Bundesregierung auch die Einführung von Energiemanagementsystemen fördern. Das BMWi schreibt hierzu:

*„Um die erheblichen Potentiale zur Energie- und Stromeinsparung zu heben, sind viele Maßnahmen erforderlich, die langfristig die Energiekosten für Wirtschaft, Kommunen und Verbraucher senken und maßgeblich dazu beitragen, die Klimaschutzziele zu realisieren. [...] Vor diesem Hintergrund wird die Bundesregierung aus dem Sondervermögen ab 2011 beim BMWi einen Energieeffizienzfonds nach Maßgabe des Wirtschaftsplans des Energie- und Klimafonds auflegen, aus dem in Abstimmung mit dem BMU insbesondere folgende Maßnahmen finanziert werden: [...] an betriebliche Erfordernisse angepasste Energiemanagementsysteme, insbesondere für KMU.“ [55]*

Hierbei ist zu bedenken, dass der Aspekt der Energieeffizienz und das Energiemanagement schon bei der Planung einer Anlage zu berücksichtigen sind. Müller schreibt dazu:

*„Energieeffizienz stellt eine neue Herausforderung an die Planung dar“. [3] „Passend zur Vielzahl von Prozessen und unterschiedlichen betriebsspezifischen Produktionsbedingungen gibt es ein kaum überschaubares Spektrum von technischen, betrieblichen oder organisatorischen Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz. Entsprechend kommt einer einfachen Systematisierung dieser Maßnahmen eine große Bedeutung zu.“ [3] „In der Zukunft sollten Lasten- und Pflichtenhefte bzw. technische Dokumentationen von Maschinen und Anlagen verstärkt Angaben zu maschineninternen Gleichzeitigkeitsfaktoren und zu den Lastverläufen enthalten, um eine angemessene Dimensionierung von Transformatoren zu ermöglichen.“ [3]*

Neben der energieeffizienten Auslegung einer Produktionsanlage kommt auch der Belegung der Anlage in der laufenden Produktion eine erhebliche Bedeutung zu. Rager zeigt das auch hier energetische Einsparungen möglich sind [56]. Schieferdecker betont das Energiemanagement und Produktionsplanungs- und Steuerungssystem zu integrieren sind [57].

Es ist aus der zitierten Literatur und den geführten Interviews erkennbar, dass das Thema Energiemanagement künftig an Bedeutung zunehmen wird. Darüber hinaus wird das Thema Energiemanagement schon beim Planungsprozess von Automatisierungsanlagen künftig zu berücksichtigen sein. Gerade während des Planungsprozesses besteht die Möglichkeit die Abschaltung von Verbrauchern im Automatisierungskonzept zu integrieren. Damit werden nachträglich Anpassungen an der Automatisierung zur Integration eines Energiemanagements (z. B. Abschaltung von Verbrauchern) nicht mehr nötig sein. Gerade diese nachträglichen Anpassungen an einer laufenden und erprobten Automatisierung stellen heute einen Hinderungsgrund für ein weitreichendes Energiemanagement dar.

## 6. Literaturverzeichnis

- [1] M. e. a. Faulstich, *Wege zur 100% erneuerbaren Stromversorgung: Sondergutachten*. Verfügbar unter: [http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/02\\_Sondergutachten/2011\\_07\\_SG\\_Wege\\_zur\\_100\\_Prozent\\_erneuerbaren\\_Stromversorgung.pdf;jsessionid=CD693B5FA18CE6FB2D042BEDA9DE1088.1\\_cid135?\\_blob=publicationFile](http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/02_Sondergutachten/2011_07_SG_Wege_zur_100_Prozent_erneuerbaren_Stromversorgung.pdf;jsessionid=CD693B5FA18CE6FB2D042BEDA9DE1088.1_cid135?_blob=publicationFile) (2011, Jul. 14).
- [2] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, *Energie in Deutschland: Trends und Hintergründe zur Energieversorgung*. Verfügbar unter: <http://www.bmwi.de/Dateien/Energieportal/PDF/energie-in-deutschland,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf> (2011, Jul. 20).
- [3] E. Müller und J. Engelmann et al, *Energieeffiziente Fabriken planen und betreiben*. Verfügbar unter: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-89644-9>.
- [4] M. Pehnt, *Energieeffizienz: Ein Lehr- und Handbuch*. Verfügbar unter: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-14251-2>.
- [5] *Energiemanagementsysteme – Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung; Deutsche Fassung EN 16001:2009*, 16001, 2009.
- [6] E. N. perpendo GmbH, *Marktspiegel Energiemanagement-Software*. Verfügbar unter: <http://www.perpendo.de/files/EM%20Marktspiegel.pdf> (2011, Jul. 15).
- [7] M. Weiß, *Datenauswertung von Energiemanagementsystemen: Datenerfassung, Messwertdarstellung und -interpretation, Kennwerte zur Energieverteilung, Praxisbeispiele*. Erlangen: Publicis Publ, 2010.
- [8] PROFIBUS Nutzerorganisation e. V, *Common Application Profile PROFIenergy: Technical Specification for PROFINET Version 1.0 Technical Specification for P*. Verfügbar unter: <http://www.profinet.com/nc/downloads/downloads/common-application-profile-profienergy/display/>.
- [9] J. Schlechtendal, *Whitepaper SERCOS Energy*. Verfügbar unter: [http://www.sercos.de/index.php?eID=tx\\_nawsecured1&u=0&file=uploads/media/SERCOS\\_Energy\\_Whitepaper\\_V10\\_DE\\_02.pdf&t=1310722644&hash=a35313a37e2555621e06a5cb33e8d95a](http://www.sercos.de/index.php?eID=tx_nawsecured1&u=0&file=uploads/media/SERCOS_Energy_Whitepaper_V10_DE_02.pdf&t=1310722644&hash=a35313a37e2555621e06a5cb33e8d95a).
- [10] *Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz): EnWG*. Verfügbar unter: [http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/enwg\\_2005/gesamt.pdf](http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/enwg_2005/gesamt.pdf). (2011, July 7).
- [11] T. Fox, "Produkt und Leistungsbeschreibung Energie Controlling and Management," 2011.
- [12] T. Fox, "Systeme von ABB für Energie-Controlling und Management," Jan. 2011.
- [13] J. Junttila, "Industrial IT Solutions cpmPlus Energy Manager Reference List," ABB Oy 3AFA001110 en, Jul. 2010.
- [14] *Firmenporträt Firma Berg*. Verfügbar unter: <http://www.berg.goerlitz.com/ueber-uns.html> (2011, Jul. 20).
- [15] elektroniknet - Automation, *IDS übernimmt Görlitz elektroniknet - Automation*. Verfügbar unter: <http://www.elektroniknet.de/automation/news/article/80672/> (2011, Jul. 21).
- [16] Berg Energiekontrollsysteme GmbH, *BHS das Energie-Monitoring- und Kontrollsystem*. Verfügbar unter: [http://www.berg.goerlitz.com/uploads/pics/pdfs/BHS/BHS\\_Prospekt.pdf](http://www.berg.goerlitz.com/uploads/pics/pdfs/BHS/BHS_Prospekt.pdf) (2011, Jul. 14).
- [17] *Messtechnik im Überblick*. Verfügbar unter: [http://www.berg.goerlitz.com/uploads/pics/pdfs/BERG/Produktkatalog\\_Messtechnik-Gesamt.pdf](http://www.berg.goerlitz.com/uploads/pics/pdfs/BERG/Produktkatalog_Messtechnik-Gesamt.pdf) (2011, Jul. 14).
- [18] "ENerGO+ webbasierte Energiemanagementlösung". Verfügbar unter: <http://www.berg.goerlitz.com/produkte/systemtechnik/energiemanagement/energo/uebersicht.htm> | (2011, Jul. 21).
- [19] Berg Energiekontrollsysteme GmbH, *BHS Technische Beschreibung Energieoptimierung*. Verfügbar unter: [http://80.149.184.123/uploads/pics/pdfs/BHS/BHS\\_Beschreibung\\_technische\\_USP.pdf](http://80.149.184.123/uploads/pics/pdfs/BHS/BHS_Beschreibung_technische_USP.pdf) (2011, Jul. 14).

- [20] H. Heintze and T. Stengl, *Zukunftsorientiertes Lastmanagement optimiert Energiekosten*. Verfügbar unter: [http://www.berg.goerlitz.com/uploads/pics/pdfs/BHS/Berg\\_Sonderdruck-Lastmanagement\\_2011.pdf](http://www.berg.goerlitz.com/uploads/pics/pdfs/BHS/Berg_Sonderdruck-Lastmanagement_2011.pdf) (2011, Jul. 14).
- [21] O. Siegel, *Energiemanagementsystem: Ein Energiemanagementsystem lohnt sich aus vielen Gründen*. Verfügbar unter: [http://www.berg.goerlitz.com/uploads/pics/pdfs/BERG/MAU\\_Sonderdruck2010\\_Energiedatenmanagement.pdf](http://www.berg.goerlitz.com/uploads/pics/pdfs/BERG/MAU_Sonderdruck2010_Energiedatenmanagement.pdf) (2011, Jul. 14).
- [22] *Firmenporträt FRAKO Kondensatoren- und Anlagenbau GmbH*. Verfügbar unter: <http://www.frako.de/unternehmen-zeitleiste,tabId,2268.html> (2011, Jul. 20).
- [23] Frako Kondensatoren- und Anlagenbau GmbH, *Energie-Information-System mit Netzwerktechnologie*. Verfügbar unter: [http://www.frako.de/Site/WWW\\_FRAKO\\_DE/Download/Download%20offener%20Bereich/Prospekt/EMIS1500\\_95-00229\\_09\\_09\\_8420.pdf](http://www.frako.de/Site/WWW_FRAKO_DE/Download/Download%20offener%20Bereich/Prospekt/EMIS1500_95-00229_09_09_8420.pdf) (2011, Jul. 14).
- [24] *Energie-Management Komponenten: Umfangreiches Zubehör*. Verfügbar unter: [http://www.frako.de/Site/WWW\\_FRAKO\\_DE/ModuleData/HtmlModule/Docs/PDF%20Dokumente/Komponenten\\_95-00290\\_09\\_08.pdf](http://www.frako.de/Site/WWW_FRAKO_DE/ModuleData/HtmlModule/Docs/PDF%20Dokumente/Komponenten_95-00290_09_08.pdf) (2011, Jul. 14).
- [25] O. Haberstroh, *Netzüberwachungsgeräte: Die richtige Lösung für jedes Netz*. Verfügbar unter: [http://www.frako.de/Site/WWW\\_FRAKO\\_DE/Download/Download%20offener%20Bereich/Prospekt/95-00300\\_02\\_11\\_8588\\_Netzueberwachungsgeraete\\_small.pdf](http://www.frako.de/Site/WWW_FRAKO_DE/Download/Download%20offener%20Bereich/Prospekt/95-00300_02_11_8588_Netzueberwachungsgeraete_small.pdf) (2011, Jul. 14).
- [26] Frako Kondensatoren- und Anlagenbau GmbH, *Software Energie Management: Visualisieren, Auswerten und Konfigurieren*. Verfügbar unter: [http://www.frako.de/Site/WWW\\_FRAKO\\_DE/Download/Download%20offener%20Bereich/Prospekt/Software\\_95-00309\\_06\\_09.pdf](http://www.frako.de/Site/WWW_FRAKO_DE/Download/Download%20offener%20Bereich/Prospekt/Software_95-00309_06_09.pdf) (2011, Jul. 14).
- [27] O. Haberstroh, *Betriebsanleitung EMVIS FRAKO System Visualisierung*. Verfügbar unter: [http://www.frako.de/Site/WWW\\_FRAKO\\_DE/Download/Download%20offener%20Bereich/Betriebsanleitungen/BA\\_EMVIS-NET\\_V1.12.pdf](http://www.frako.de/Site/WWW_FRAKO_DE/Download/Download%20offener%20Bereich/Betriebsanleitungen/BA_EMVIS-NET_V1.12.pdf) (2011, Jul. 14).
- [28] D. Wiesler, *Energiemanagement lohnt sich*. Verfügbar unter: [http://www.frako.de/Site/WWW\\_FRAKO\\_DE/Download/Download%20offener%20Bereich/Fachaufs%C3%A4tze/Energiemanagement\\_lohnt\\_sich.PDF](http://www.frako.de/Site/WWW_FRAKO_DE/Download/Download%20offener%20Bereich/Fachaufs%C3%A4tze/Energiemanagement_lohnt_sich.PDF) (2011, Jul. 14).
- [29] H. Clausing, *Erfrischende Energiekostentransparenz: Energie-Management bei einem Getränkehersteller*. Verfügbar unter: [http://www.frako.de/Site/WWW\\_FRAKO\\_DE/Download/Download%20offener%20Bereich/Fachaufs%C3%A4tze/Erfrischende\\_Energiekostentransparenz\\_95-00276-03-08.pdf](http://www.frako.de/Site/WWW_FRAKO_DE/Download/Download%20offener%20Bereich/Fachaufs%C3%A4tze/Erfrischende_Energiekostentransparenz_95-00276-03-08.pdf) (2011, Jul. 14).
- [30] F. Knafla, *Energiedatenerfassung in industriellen Prozessen*. Verfügbar unter: <http://files.messe.de/cmsdb/D/001/23096.pdf> (2011, Jul. 14).
- [31] H. Kamionka, "Kosten senken durch Energiemanagement," Bad Pyrmont, Oct. 2008.
- [32] D. Vogel, "Modulares Energie-Datenloggen und -Monitoring mit Easy Automation," Apr. 2010.
- [33] F. Knafla, "Steigerung der Energieeffizienz senkt Kosten in der Produktion: Basis für eine Kostensenkung ist die Erhöhung der Energieeffizienz" in *Automation 2010, Der 11. Branchentreff der Mess- und Automatisierungstechnik; Kongress Baden-Baden 15. und 16. Juni 2010*, S. 361–366.
- [34] Schneider Electric, *Power Logic energy & power management systems: Product range overview for industry, buildings and critical infrastructure*. Verfügbar unter: [http://www.powerlogic.com/literature/PL\\_product\\_range\\_overview\\_3000BR602R109.pdf](http://www.powerlogic.com/literature/PL_product_range_overview_3000BR602R109.pdf) (2011, Jul. 14).
- [35] *PowerView Monitoring Software*. Verfügbar unter: [http://www.global-download.schneider-electric.com/85257578007E5C8A/all/84E6A25D226048138825757700202665/\\$File/432e2550.pdf](http://www.global-download.schneider-electric.com/85257578007E5C8A/all/84E6A25D226048138825757700202665/$File/432e2550.pdf) (2011, Jul. 21).
- [36] Schneider Electric - North American Operating Division, *PowerLogic System Manager Software*. Verfügbar unter: [http://www.powerlogic.com/literature/3000BR0914\\_SMSsoftware.pdf](http://www.powerlogic.com/literature/3000BR0914_SMSsoftware.pdf) (2011, Jul. 21).
- [37] Schneider Electric, *PowerLogic ION Enterprise: Functions and characteristics*. Verfügbar unter: <http://www.global-download.schneider->

- [electric.com/852575A6007E5FD3/all/901A719705A8B7F485257714005C639E/\\$File/h507379\\_17.pdf](http://electric.com/852575A6007E5FD3/all/901A719705A8B7F485257714005C639E/$File/h507379_17.pdf) (2011, Jul. 15).
- [38] Schneider Electric, *Power Logic ION EEM enterprise energy management software: Use one dashboard to drive your energy awareness and business objectives*. Verfügbar unter: [http://www.energy-options.com/downloads/powerlogic\\_brochure.pdf](http://www.energy-options.com/downloads/powerlogic_brochure.pdf) (2011, Jul. 14).
- [39] Schneider Electric, *Power Logic enterprise energy management solutions: for industrial facilities*. Verfügbar unter: <http://www.powerlogic.com/literature/3000BR0704.pdf> (2011, Jul. 14).
- [40] A. C. M. Siemens AG, *Multifunktionsmessgeräte SENTRON PAC*. Verfügbar unter: <https://www.automation.siemens.com/cd-static/material/info/e20001-a460-p307-v3.pdf> (2011, Jul. 21).
- [41] I. S. Siemens AG, *Intelligentes Energiemanagement für SIMATIC WinCC und SIMATIC PCS7*. Verfügbar unter: <http://www.automation.siemens.com/mcms/infocenter/dokumentencenter/lv/Documentsu20Brochures/e20001-a580-p810.pdf> (2011, Jul. 14).
- [42] B. Grassmann, "SIMATIC powerrate V3.0: Technikfolien," Apr. 2010.
- [43] C. Meuschel, "SIMATIC PCS7 Add-ons von IA CD: Energiemanagement und einfache Integration von Schalt-, Schutz- und Messgeräten der Niederspannungs-Energieverteilung," Apr. 2010.
- [44] R. Wieser, "Energie Management mit Totally Integrated Automation," Karlsruhe, Apr. 2010.
- [45] I. S. Siemens AG Österreich, *b.data Energiemanagement: Für mehr Transparenz in Ihrem Unternehmen*. Verfügbar unter: [https://www.cee.siemens.com/web/at/de/industry/ia\\_dt/produkte-loesungen/branchenloesungen/bdata-energiemanagement/Documents/B.DATA\\_brochure\\_A4\\_OK-low.pdf](https://www.cee.siemens.com/web/at/de/industry/ia_dt/produkte-loesungen/branchenloesungen/bdata-energiemanagement/Documents/B.DATA_brochure_A4_OK-low.pdf) (2011, Jul. 14).
- [46] R. Traxler, *b.data Energy Management: Leistungsfähiges Energiemanagement bei Infracor in Marl /Deutschland*. Verfügbar unter: [https://www.cee.siemens.com/web/at/de/industry/ia\\_dt/produkte-loesungen/branchenloesungen/bdata-energiemanagement/Documents/Infra-cor.%20Marl%20\(D\).pdf](https://www.cee.siemens.com/web/at/de/industry/ia_dt/produkte-loesungen/branchenloesungen/bdata-energiemanagement/Documents/Infra-cor.%20Marl%20(D).pdf) (2011, Jul. 15).
- [47] *b.data Energy Management: Energiedaten managen bei VW-Nutzfahrzeuge in Hannover / Deutschland*. Verfügbar unter: [https://www.cee.siemens.com/web/at/de/industry/ia\\_dt/produkte-loesungen/branchenloesungen/bdata-energiemanagement/Documents/VW-Nutzfahrzeuge.%20Hannover%20\(D\).pdf](https://www.cee.siemens.com/web/at/de/industry/ia_dt/produkte-loesungen/branchenloesungen/bdata-energiemanagement/Documents/VW-Nutzfahrzeuge.%20Hannover%20(D).pdf) (2011, Jul. 15).
- [48] ARC Advisory Group, *A Strategic Roadmap for Sustainable Energy Management and Energy Efficiency for Industrial, Commercial, Municipal and Manufacturing Operations*. Verfügbar unter: [https://www.automation.siemens.com/mcms/process-control-systems/SiteCollection/Documents/efiles/pcs7/support/marktstudien/ARC-WhitePaper\\_Siemens-Energy-Efficiency-2009.pdf](https://www.automation.siemens.com/mcms/process-control-systems/SiteCollection/Documents/efiles/pcs7/support/marktstudien/ARC-WhitePaper_Siemens-Energy-Efficiency-2009.pdf) (2011, Jul. 14).
- [49] Yokogawa Marex Limited, *Exaquantum: Plant Information Management System*. Verfügbar unter: [http://www.yokogawa.com/sbs/pdf/BU36J04A10-01E\\_003.pdf](http://www.yokogawa.com/sbs/pdf/BU36J04A10-01E_003.pdf) (2011, Jul. 14).
- [50] "Exaquantum – ein leistungsstarkes und effizientes PIMS (Plant Information Management System)," Feb. 2011.
- [51] Yokogawa Electric Corporation, *Exaquantum: Process Information store securely and efficiently for your business*. Verfügbar unter: [http://www.kruhek.com.hr/yokogawa/Systems/pdf/BU36J04A10-01E\\_004.pdf](http://www.kruhek.com.hr/yokogawa/Systems/pdf/BU36J04A10-01E_004.pdf) (2011, Jul. 14).
- [52] K. Tanaka, H. Watanabe, and Akira Endou, *Enerize E3 Factory Energy Management System: - For Visualizing the Energy Key Performance Indicator and Achieving Optimal Energy Efficiency -*. Verfügbar unter: <http://www.yokogawa.com/rd/pdf/TR/rd-te-r05301-005.pdf> (2011, Jul. 14).
- [53] Yokogawa Electric Corporation, *Sustainable energy solutions for reducing CO<sub>2</sub> emissions in the power industry*. Verfügbar unter: [http://www.yokogawa.com/de/cp/unternehmen/datenfakten/de\\_dokumente/Sust-BU53T01A01-02E-E02.pdf](http://www.yokogawa.com/de/cp/unternehmen/datenfakten/de_dokumente/Sust-BU53T01A01-02E-E02.pdf) (2011, Jul. 15).
- [54] Yokogawa Europe B.V., "mPower Model Based Applications," Amersfoort BU GMSCJ0101-01E, Jan. 2010.
- [55] Bundeswirtschaftsministerium (BMWi) / Bundesumweltministerium (BMU), *Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung*. Verfügbar unter:

[http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/energiekonzept\\_bundesregierung.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/energiekonzept_bundesregierung.pdf)  
(2011, Jul. 14).

- [56] M. Rager, *Energieorientierte Produktionsplanung: Analyse, Konzeption und Umsetzung*. Verfügbar unter: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-8350-5569-8> .
- [57] B. (. Schieferdecker, *Energiemanagement-Tools: Anwendung im Industrieunternehmen*. Verfügbar unter: <http://dx.doi.org/10.1007/3-540-29481-3> .

## 7. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklung der Energieeffizienz der Industrie in Deutschland (Energieverbrauch je Einheit Bruttonutzenwert (BPW) in Preisen von 2005) 1991 – 2009, MJ bzw. kWh/1.000 Euro [2] ....	5
Abbildung 2: Struktur eines Energiemanagementsystems .....	10
Abbildung 3: Stromganglinie eines elektrischen Verbrauchers [7] .....	11
Abbildung 4: Häufigkeitsverteilung der Leistung eines elektrischen Verbrauchers für einen Monat [7] ..	12
Abbildung 5: Funktionen eines Energiemanagementsystems .....	14
Abbildung 6: Skalierbarkeit des Funktionsumfangs des ABB Energiemanagementsystems [11] .....	23
Abbildung 7: Systemstruktur des ABB Energiemanagementsystems [12] .....	24
Abbildung 8: Systemstruktur des Systems ENerGo+ der Fa. Berg [17] .....	25
Abbildung 9: Systemstruktur Energie-Informations-System der Fa. Frako [23] .....	26
Abbildung 10: Exemplarische Systemstruktur des Energiemanagementsystems der Fa. Phoenix [30] ....	27
Abbildung 11: Produktportfolio PowerLogic von Schneider Electric [34] .....	28
Abbildung 12: PowerLogic ION EEM Systemstruktur der Firma Schneider Electric [34] .....	29
Abbildung 13: Systemstruktur Siemens Simatic Powerrate [41] .....	30
Abbildung 14: Funktionalität Siemens b.data Energiemanagement [45] .....	31
Abbildung 15: Systemstruktur Siemens b.data Energiemanagementsystem [44] .....	31
Abbildung 16: Yokogawa Exaquantum Systemstruktur [49] .....	32
Abbildung 17: Kontinuierlicher Verbesserungsprozess nach DIN EN 16001 [5] .....	39
Abbildung 18: Energiemanagementsystem Stufe 1 .....	40
Abbildung 19: Energiemanagementsystem Stufe 2 .....	41
Abbildung 20: Energiemanagementsystem Stufe 3 .....	42
Abbildung 21: Energiemanagementsystem Stufe 4 .....	43
Abbildung 22: Integrationsbedarf abhängig von der Funktionalität .....	44



## **8. Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Übersicht Energiemanagementsysteme Teil 1 .....	15
Tabelle 2: Übersicht Energiemanagementsysteme Teil 2 .....	19
Tabelle 3: Antworten auf die Frage nach der Wichtigkeit künftiger Energieeffizienzmaßnahmen .....	38
Tabelle 4: Antworten auf die Frage nach der Wichtigkeit der Integration des Energiemanagementprozesses in den Planungsprozess .....	46

## 9. Anlagen

### 9.1. Anlage 1: Auswertung der Fragebögen

Die Auswertung der Anwenderfragebögen wird in Form einer Excel-Datei zur Verfügung gestellt. Dies ermöglicht den Lesern die Informationen nach eigenem Ermessen zu sortieren und zu filtern. Der aktuelle Stand dieser Ergebnisdatei ist:

Ausw\_Frageb\_Anwend\_V02\_anonym.xlsx

Diese Detailauswertung wird nur einem eingeschränkten Personenkreis zur Verfügung gestellt. Sie ist nicht Bestandteil dieses Berichtes.

### 9.2. Anlage 2: Fragebogen der Anwenderinterviews

<b>A</b>	<b>Allgemeine Daten</b>
<b>A1</b>	Name des Interviewers
<b>A4</b>	Datum des Interviews
<b>A6</b>	Funktion der interviewten Person im Unternehmen
<b>A7</b>	In welcher Rolle haben Sie mit Automatisierungssystemen und/ oder Energiemanagement zu tun?
<b>A8</b>	Investitionssumme in Automatisierung pro Jahr
<b>A9</b>	Größe, Beschäftigte, Umsatz
<b>B</b>	<b>Produktinformation und Automatisierungstechnik</b>
<b>B1</b>	Welche Produkte werden in Ihrem Verantwortungsbereich überwiegend hergestellt
<b>B2</b>	Welche Form von Automatisierungssystemen werden in Ihrem Verantwortungsbereich überwiegend verwendet?
<b>B3</b>	Welche Form von Automatisierungsnetzwerk wird im Unternehmen überwiegend verwendet.
<b>B4</b>	Wird in Ihren Produktionsanlagen eine Betriebsleitebene (MES) eingesetzt.
<b>B5</b>	Ist in Ihrem Automatisierungssystem bereits ein Energiemanagement implementiert oder setzen Sie separate Systeme zum Energiemanagement ein? Falls ja welches Produkt und wie ist es an das Automatisierungssystem oder MES-System angebunden.

<b>C</b>	<b>Energieaspekte</b>
<b>C1</b>	Welche Energieträger kommen in Ihrer Produktionsanlage zum Einsatz (z. B. elektrische Energie, Gas, Druckluft, Prozesswärme, Prozess kälte, Dampf).
<b>C2</b>	Welche Anteile haben diese Energien bei der Produktion?
<b>C3</b>	Erfassen Sie bereits heute diese Verbräuche?
<b>C4</b>	Wurde in Ihrem Unternehmen bereits Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz durchgeführt. Falls ja , welche und mit welchem Erfolg?
<b>C5</b>	Bezogen sich diese Maßnahmen auf einen Umbau oder einen Neubau einer Anlage?
<b>C6</b>	Ging es bei diesen Maßnahmen der um <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfahrenstechnische Änderungen (z. B. Umstellung auf andere Energieträger)</li> <li>• allgemeine Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz (z. B. Ausstattung mit energieeffizienten Antrieben)</li> <li>• um Maßnahmen die auf der funktionalen Ebene des Automatisierungssystems laufen (z. B. Management von Verbrauchern durch das Leitsystem, Lastabwurf, etc.)</li> </ul>
<b>C7</b>	Wie werden die in der vorherigen Frage diskutierten Energieeffizienz Aspekte bei der Neuplanung oder beim Upgrade von Anlagen künftig berücksichtigt werden?
<b>C8</b>	Planen Sie künftig Maßnahmen (organisatorische oder Investitionen) zur Verbesserung der Energieeffizienz durchzuführen. Fall ja, welche?
<b>C9</b>	Welche Erwartungen haben Sie in Bezug auf die Kostenersparnis bei der Einführung von Energieeffizienzmaßnahmen
<b>C10</b>	Nennen Sie auf einer Skala von 1 bis 5 die Wichtigkeit künftiger Energieeffizienzmaßnahmen.
<b>C10</b>	Rechenzeile für C10
<b>C11</b>	Von welchen Maßnahmen zur Verbesserung der Energie Effizienz versprechen Sie sich das beste Kosten- /Nutzenverhältnis?
<b>C12</b>	Ist Ihnen die DIN EN 16001 bekannt?
<b>C13</b>	Gibt es in Ihrem Unternehmen bereits ein Energiemanagementsystem nach DIN EN 16001?
<b>C14</b>	Hat Ihr Unternehmen einen Umweltschutzbeauftragten oder Energieeffizienzbeauftragten oder eine sonstige organisatorische Einheit
<b>C15</b>	Planen Sie in absehbarer Zeit ein Energiemanagementsystem nach DIN EN 16001 einzuführen?

<b>D</b>	<b>Funktionalität Energiemanagement</b>
<b>D1</b>	Welchen Bedarf hinsichtlich der Integration von Energiemanagementfunktionen in Automatisierungssysteme sehen sie künftig? (im Leitsystem selber, als separates eigenes System, als Bestandteil von MES-Systemen)
<b>D2</b>	Was sind Ihre technischen Anforderungen hinsichtlich einer solchen integrierten Lösung?
<b>D3</b>	Welche Rolle sehen sie für das Energiemanagement im Vergleich zu anderen Maßnahmen zum Einsparen von Energie, z. B. durch Antriebe mit höherem Wirkungsgrad?
<b>D4</b>	Was sind Ihre Anforderungen hinsichtlich der Interoperabilität einer solchen Lösung (Verwendung von Komponenten verschiedener Hersteller)?
<b>D5</b>	Welchen Grad an Integration zwischen Energiemanagementsystem und Automatisierungssystem halten Sie für erforderlich?
<b>D6</b>	Gibt es eine bevorzugte Technologie, welche Sie für die Integration empfehlen würden?
<b>D7</b>	Welche Ersparnisse oder Arbeitserleichterungen erwarten Sie von einer Integration der Energiemanagementwerkzeuge?
<b>D8</b>	Welche Hauptfunktionen sollte ein Energiemanagement für Ihr System haben?
<b>D9</b>	Was sind Ihre Top 10 Anforderungen an eine Integration von Energiemanagement und Automatisierungstechnik?
<b>D10</b>	Kennen Sie besonders gelungene Lösungen in diesem Bereich, die als Referenz dienen könnten?
<b>E</b>	<b>Unterstützung beim Planungsprozess</b>
<b>E1</b>	Würden Sie eine Unterstützung des Engineering-Prozesses in Hinsicht auf das Energiemanagement als sinnvoll erachten?
<b>E2</b>	Welche Unterstützung sollten künftige Automatisierungssysteme Ihrer Meinung nach beim Engineering von Anlagen in Bezug auf Energiemanagement bieten? Welchen Nutzen hätten Sie davon?
<b>E3</b>	Welche Bedeutung hätte eine in das Engineering integrierte Lösung des Automatisierungssystems für Sie? 1(wichtig).....5(unwichtig)
<b>E4</b>	Was sind Ihre Top-5-Anforderungen hinsichtlich der Engineering-Unterstützung in Bezug auf Energiemanagementfunktionen?
<b>E5</b>	Welche Funktionalität sollten Aggregate, z. B. Pumpen, Antriebe künftig bieten, um ein Energiemanagement zu unterstützen?
<b>E6</b>	Falls in Ihren Projekten Package Units verwendet werden: Welche Erwartungen haben Sie an künftige Lieferanten von Package-Units in Bezug auf die Unterstützung von Energiemanagementfunktionen.

<b>F</b>	<b>Lifecycle Prozess</b>
<b>F1</b>	Verfügt Ihr Unternehmen über einen standardisierten Life-Cycle-Prozess zur Unterstützung Betrieb und Instandhaltung Ihrer Anlagen.
<b>F2</b>	Falls ja, enthält dieser Lifecycle-Prozess Aspekte des Energiemanagements?
<b>G</b>	<b>Schluss teil</b>
<b>G1</b>	Welche Anregungen würden Sie uns in Bezug auf die Integration von Energiemanagement-funktionen in Automatisierungssysteme geben?
<b>G2</b>	Welche Fehler sollte man aus Ihrer Sicht unbedingt bei der Integration vermeiden?
<b>G3</b>	Haben Sie sonst noch Anregungen für uns?
<b>G4</b>	Vielen Dank für das Gespräch. Gibt es aus Ihrer Sicht noch offene Punkte, die wir noch klä-ren sollten?